



**SKRIPSI – TK141581**

**PENGARUH CO<sub>2</sub> DAN SALINITAS TERHADAP  
PERTUMBUHAN MIKROALGA *SPIRULINA PLATENSIS*  
DAN *BOTRYOCOCCUS BRAUNII* SEBAGAI PAKAN  
ALAMI IKAN BANDENG (*Chanos chanos*)**

**Oleh:**

**Muhammad Faris  
NRP 2311 100 063**

**R Farah Maseha  
NRP 2311 100 136**

**Dosen Pembimbing:**

**Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng  
NIP. 1959 07 30 1986 03 2001**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015**



**FINAL PROJECT – TK141581**

**EFFECT OF CO<sub>2</sub> AND SALINITY FOR GROWTH OF  
MICROALGAE *SPIRULINA PLATENSIS* AND  
*BOTRYOCOCCUS BRAUNI* AS NATURAL FOOD OF  
MILKFISH (*Chanos chanos*)**

**By:  
Muhammad Faris  
NRP 2311 100 063**

**R Farah Maseha  
NRP 2311 100 136**

**Advisor:  
Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng  
NIP. 1959 07 30 1986 03 2001**

**CHEMICAL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA 2015**

## LEMBAR PENGESAHAN

**Pengaruh CO<sub>2</sub> dan Salinitas terhadap Pertumbuhan Mikroalga *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* sebagai Pakan Alami Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

**Muhammad Faris  
R Farah Mascha**

**(2311 100 063)  
(2311 100 136)**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Dr.Ir. Sri Rachmania Juliastuti,.....(Pembimbing 1)  
M.Eng 
2. Prof.Dr.Ir. Arief Widjaja, M.Eng.....(Penguji 1) 
3. Dr. Siti Machmudah, S.T, M.Eng.....A.....(Penguji 2) 
4. Ir. Nuniek Hendrianie, M.T.....(Penguji 3) 

**Surabaya,  
Juli 2015**



**PENGARUH CO<sub>2</sub> DAN SALINITAS TERHADAP  
PERTUMBUHAN MIKROALGA *SPIRULINA PLATENSIS*  
DAN *BOTRYOCOCCUS BRAUNII* SEBAGAI PAKAN  
ALAMI IKAN BANDENG (*Chanos chanos*)**

Nama / NRP : 1. Muhammad Faris 2311100063  
2. R Farah Maseha 2311100136  
Jurusan : Teknik Kimia FTI-ITS  
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng

**ABSTRAK**

Pengembangan mikroalgae *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* pada KNO<sub>3</sub> telarut dan salinitas yang berbeda-beda sebagai pakan ikan bandeng. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan mikroalga *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii*, Air laut dari PT. PLTU Grati, sumber nutrisi (KNO<sub>3</sub>), ikan bandeng, gas CO<sub>2</sub>. Peralatan yang digunakan adalah akuarium, aerator, lampu neon 36 watt, selang dan kabel roll. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasi jumlah KNO<sub>3</sub> yang dilarutkan ke dalam algae yang dikembangbiakkan, variasi salinitas pengenceran pada media untuk mengembangbiakkan algae dan variasi perbandingan mikroalga dengan air laut terhadap air tawar. Dari penelitian ini akan diperoleh data berupa berat algae untuk mengetahui pertumbuhannya dan berat ikan bandeng untuk mengetahui pertumbuhannya dan berat ikan bandeng untuk mengetahui pengaruh algae sebagai pakan ikan dalam pertumbuhannya.

Dari hasil penelitian, didapat bahwa untuk mendapatkan yield dan produktivitas mikroalga yang besar adalah dengan meningkatkan laju CO<sub>2</sub> dan salinitas dari media tumbuh alga tersebut. Untuk mendapatkan kadar lipid yang besar, maka alga harus dikultur pada kondisi stress dan kondisi stress tiap jenis alga berbeda-beda. Sedangkan untuk mendapatkan laju pertumbuhan

dan kadar protein yang baik, maka alga harus dikultur pada kondisi seideal mungkin sesuai dengan tiap jenis alga.

Kata kunci: *Spirulina platensis*, *Botryococcus braunii*, ikan bandeng, PT. PLTU Grati, CO<sub>2</sub>, salinitas.

# **EFFECT OF CO<sub>2</sub> AND SALINITY FOR GROWTH OF MICROALGAE *SPIRULINA PLATENSIS* AND *BOTRYOCOCCUS BRAUNI* AS NATURAL FOOD OF MILKFISH (*Chanos chanos*)**

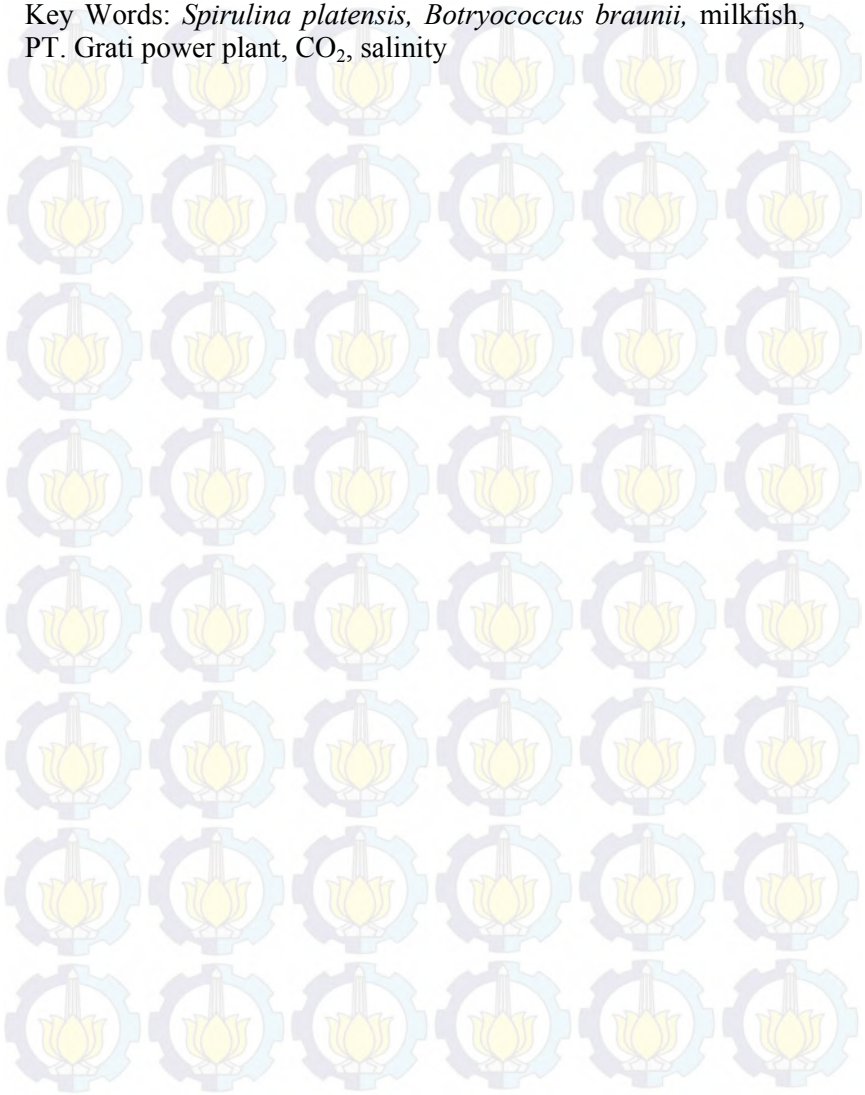
Name / NRP : 1. Muhammad Faris 2311100063  
2. R Farah Maseha 2311100136  
Departement : Teknik Kimia FTI-ITS  
Advisor : Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng

## **ABSTRACT**

Development of dissolved microalgae *Spirulina platensis* and *Botryococcus braunii* in KNO<sub>3</sub> and salinity that is different as fish feed. The purpose of this study is determine the growth of dissolved microalgae *Spirulina platensis* and *Botryococcus braunii* in KNO<sub>3</sub> and varying salinity. Materials used in this research is microalgae *Spirulina platensis* and *Botryococcus braunii*, sea water from PT. Grati power plant, source of nutrition (KNO<sub>3</sub>), milkfish, CO<sub>2</sub> gas. The equipment for this study are an aquarium, aerator, 36-watt fluorescent bulbs, hose and cable roll. The research was conducted by varying the amount of KNO<sub>3</sub> are dissolved into the cultivated algae, variations in salinity dilution in medium for algae growth and microalgae ratio between sea water and fresh water. This data will be obtained from the study in form of heavy algae to determine its growth and weight of fish to determine the effect of algae as fish feed in growth.

Our research shows that to make the good yield and productivity of microalgae by raise up the flow of CO<sub>2</sub> and the salinity of the habitat. To obtain the large lipid content, the algae should be cultured under stress condition and stress condition of each algae is different. Meanwhile, to get the good rate growth and protein content, the algae should be cultured in ideal condition and ideal condition of each algae is different.

Key Words: *Spirulina platensis*, *Botryococcus braunii*, milkfish,  
PT. Grati power plant, CO<sub>2</sub>, salinity



## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah kehadirat Allah SWT Yang Maha Mengetahui terhadap setiap yang ada di bumi dan di langit, hanya karena rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini berjudul “Pengaruh CO<sub>2</sub> dan salinitas terhadap Pertumbuhan Mikroalga *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* sebagai Pakan Alami Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)”.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng. selaku ketua jurusan Teknik Kimia FTI-ITS
2. Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Arief Widjaja, M.Eng, Dr. Siti Machmudah, S.T, M.Eng dan Ir. Nuniek Hendriani, M.T selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan perbaikan dalam skripsi ini.
4. Orang tua dan seluruh keluarga besar yang selalu mendoakan, memberikan dukungan dan semangat pada penulis mulai awal perkuliahan hingga mengerjakan skripsi ini.
5. Rekan-rekan teknik kimia terutama angkatan 2011 dan semua pihak yang telah banyak membantu hingga terselesainya skripsi ini.

Skripsi ini tentunya masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi ini. Akhirnya, penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, Juni 2015



Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK (INDONESIA)</b>	i
<b>ABSTRACT (ENGLISH)</b>	iii
<b>KATA PENGANTAR</b>	v
<b>DAFTAR ISI</b>	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	viii
<b>DAFTAR TABEL</b>	x
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
I.1 Latar Belakang Masalah	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.4 Manfaat Penelitian	3
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
II.1 <i>Spirulina platensis</i>	4
II.2 <i>Botryococcus braunii</i>	4
II.3 Kondisi Tumbuh	7
II.4 Media Kulturnya	8
II.5 Jenis Kultur Mikroalga	11
II.6 Penelitian Terdahulu	12
 <b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
III.1 Kondisi Operasi	16
III.2 Besaran yang Diukur	16
III.3 Peralatan yang Digunakan	17
III.4 Bahan yang Digunakan	17
III.5 Prosedur Penelitian	17
III.6 Desain Peralatan	18
III.7 Prosedur Kerja	19
III.8 Prosedur Analisa	19
III.9 Pengolahan Data	22
 <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
IV.1 Penelitian <i>Spirulina platensis</i>	23
IV.1.1 Pengaruh Variabel CO <sub>2</sub> dan Salinitas terhadap Jumlah Sel	23

IV.1.2 Pengaruh Variabel CO <sub>2</sub> dan Salinitas Terhadap Yield dan Produktivitas	25
IV.1.3 Pengaruh Variabel CO <sub>2</sub> dan salinitas terhadap Kadar Lipid	27
IV.1.4 Pengaruh Variabel CO <sub>2</sub> dan Salinitas terhadap Kadar Protein	30
IV.2 Penelitian <i>Botryococcus braunii</i>	34
IV.2.1 Pengaruh Variabel CO <sub>2</sub> dan Salinitas terhadap Jumlah Sel	34
IV.2.2 Pengaruh Variabel CO <sub>2</sub> dan Salinitas Terhadap Yield dan Produktivitas	36
IV.2.3 Pengaruh Variabel CO <sub>2</sub> dan salinitas terhadap Kadar Lipid	38
IV.2.4 Pengaruh Variabel CO <sub>2</sub> dan Salinitas terhadap Kadar Protein	41
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
V.1 Kesimpulan	46
V.2 Saran	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	xi
<b>APPENDIKS</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Kandungan nutrisi <i>Spirulina patensis</i>	3
Tabel II.2 Kandungan minyak pada mikroalga	5
Tabel II.3 Komposisi pada walne dalam mg/l	9
Tabel II.4 Penelitian Terdahulu	10
Tabel III.1 Parameter yang diukur	2
Tabel IV.1 Kondisi Ideal Pengkulturan <i>Spirulina platensis</i>	7
Tabel IV.2 Kondisi Ideal Pengkulturan <i>Botryococcus braunii</i>	12

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Morfologi <i>Spirulina platensis</i>	2
Gambar II.2	Morfologi <i>Botryococcus braunii</i>	4
Gambar III.1	Rangkaian Alat Percobaan	4
Gambar III.2	Hemasitometer	7
Gambar IV.1.1	Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan jumlah sel pada CO <sub>2</sub> 9%	2
Gambar IV.1.2	Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan jumlah sel pada CO <sub>2</sub> 13.5%	2
Gambar IV.1.3	Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan jumlah sel pada CO <sub>2</sub> 15%	2
Gambar IV.1.4	Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan jumlah sel pada CO <sub>2</sub> 17%	3
Gambar IV.1.5	Pengaruh CO <sub>2</sub> dan salinitas terhadap Yield <i>Spirulina platensis</i>	4
Gambar IV.1.6	Pengaruh salinitas dan CO <sub>2</sub> terhadap produktivitas <i>Spirulina platensis</i>	4
Gambar IV.1.7	Pengaruh CO <sub>2</sub> dan salinitas terhadap kadar lipid	4
Gambar IV.1.8	Hubungan Jumlah sel dengan kadar lipid pada Salinitas 1:5	7
Gambar IV.1.9	Hubungan Jumlah sel dengan kadar lipid pada Salinitas 1:10	7
Gambar IV.1.10	Hubungan Jumlah sel dengan kadar lipid pada Salinitas 1:15	7
Gambar IV.1.11	Pengaruh CO <sub>2</sub> dan salinitas terhadap kadar protein	8
Gambar IV.1.12	Hubungan Jumlah sel dengan kadar protein Pada salinitas 1:5	10
Gambar IV.1.13	Hubungan Jumlah sel dengan kadar protein Pada salinitas 1:10	10
Gambar IV.1.14	Hubungan Jumlah sel dengan kadar protein Pada salinitas 1:15	10
Gambar IV.2.1	Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan jumlah sel pada CO <sub>2</sub> 9%	11
Gambar IV.2.2	Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan jumlah sel pada CO <sub>2</sub> 13.5%	12
Gambar IV.2.3	Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan jumlah sel pada CO <sub>2</sub> 15%	12



Gambar IV.2.4 Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan jumlah sel pada CO <sub>2</sub> 17%	12
Gambar IV.2.5 Pengaruh CO <sub>2</sub> dan salinitas terhadap Yield <i>Spirulina platensis</i>	13
Gambar IV.2.6 Pengaruh salinitas dan CO <sub>2</sub> terhadap produktivitas <i>Spirulina platensis</i>	13
Gambar IV.2.7 Pengaruh CO <sub>2</sub> dan salinitas terhadap kadar lipid	14
Gambar IV.2.8 Hubungan Jumlah sel dengan kadar lipid pada Salinitas 1:5	16
Gambar IV.2.9 Hubungan Jumlah sel dengan kadar lipid pada Salinitas 1:10	17
Gambar IV.2.10 Hubungan Jumlah sel dengan kadar lipid pada Salinitas 1:15	17
Gambar IV.2.11 Pengaruh CO <sub>2</sub> dan salinitas terhadap kadar protein	18
Gambar IV.2.12 Hubungan Jumlah sel dengan kadar protein Pada salinitas 1:5	19
Gambar IV.2.13 Hubungan Jumlah sel dengan kadar protein Pada salinitas 1:10	20
Gambar IV.2.14 Hubungan Jumlah sel dengan kadar protein Pada salinitas 1:15	20

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 LATAR BELAKANG MASALAH**

Dengan berkembangnya teknologi di dunia pangan, budidaya pakan alami untuk ikan saat ini telah mengalami perkembangan yang sangat pesat. Berbagai macam pakan ikan untuk masing-masing jenis ikan tersedia, hal disesuaikan dengan kebutuhan pangan jenis ikan tersebut.

Ikan bandeng (*Chanos chanos*) merupakan salah satu komoditas perikanan yang mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi. Budidaya ikan bandeng telah lama dikenal oleh petani tambak dan saat ini telah berkembang di hampir seluruh wilayah perairan Indonesia. Hal ini dapat dilihat permintaan masyarakat terhadap ikan merupakan sumber protein yang cukup tinggi. Untuk itu ikan bandeng membutuhkan pakan dengan kandungan protein yang cukup tinggi pula.

Dalam kegiatan budidaya ikan, pakan memiliki peranan penting dalam peningkatan produksi. Pada budidaya intensif, pertumbuhan ikan bergantung pada pakan buatan yang disuplai oleh pembudidaya. Pakan yang diberikan harus berkualitas tinggi, bergizi dan memenuhi syarat untuk dikonsumsi ikan yang dibudidayakan, serta tersedia secara terus menerus sehingga tidak mengganggu proses produksi dan dapat memberikan pertumbuhan yang optimal. Pada budidaya intensif, lebih dari 60% biaya produksi tersedot untuk pengadaan pakan (Kordi, 2009).

Bahan baku utama dalam penyusunan ransum pakan ikan adalah tepung ikan, karena tepung ikan merupakan bahan baku utama sumber protein dalam pakan ikan. Umumnya tepung ikan mengandung : protein : 60 - 70%, lemak : 6 - 14%, kadar air : 4 - 12 %, kadar abu : 6 - 18%. (Mudjiman, 2004)

Terdapat beberapa alga mikro yang berpotensi untuk dibudidayakan baik sebagai pakan alami di bidang perikanan maupun sebagai sumber alternatif baru, diantaranya yaitu

*Chlorella*, *Nannochloropsis*, *Skeletonema*, *Botryococcus*, *Dunaliella*, *Scenedesmus*, dan *Spirulina*.

Penambahan alga dalam media budidaya ikan tidak hanya berfungsi sebagai pakan secara langsung, tetapi berfungsi sebagai penyangga kualitas air dan pakan zooplankton yang diberikan pada bak pemeliharaan. Dengan adanya alga tersebut maka kualitas nutrisi zooplankton yang diberikan pada bak pemeliharaan. Dengan adanya alga tersebut maka kualitas nutrisi zooplankton dapat dipertahankan (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

*Spirulina sp.* merupakan salah satu pakan alami larva udang dan ikan yang mempunyai nilai gizi tinggi. Kandungan protein pada *Spirulina sp.* 72 %, karbohidrat 16 %, dan lemak 8 %, dengan kandungan protein yang tinggi ini maka *Spirulina sp.* mempunyai sumber protein yang potensial bagi makhluk hidup. Oleh sebab itu penambahannya bisa menjadi salah satu aspek terpenting dalam budidaya ikan. (Mahmud Affendi, 2012)

Maka dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh salinitas dan nutrisi alga terhadap pertumbuhan ikan bandeng dimana alga tersebut sebagai pakan ikan bandeng secara langsung. Diharapkan nantinya penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi industri dan pembudidaya ikan.

## **1.2 RUMUSAN MASALAH**

Permasalahan yang diangkat pada penelitian kali ini adalah:

1. Pemanfaatan kandungan gas CO<sub>2</sub> dari gas buang PT.PLTU Grati sebagai usaha pelestarian lingkungan.
2. Pengaruh gas CO<sub>2</sub> dan kadar nitrogen terlarut pada pertumbuhan budidaya mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii*.
3. Pengaruh salinitas pada pertumbuhan budidaya mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii*.
4. Pengaruh mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii* sebagai pakan ikan bandeng.



5. Pengaruh salinitas pada air sebagai media pertumbuhan ikan bandeng.

### **1.3 TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan utama dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui yield dan produktivitas mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Brotryococcus braunii* pada kondisi kadar CO<sub>2</sub> dan salinitas yang berbeda-beda.
2. Mengetahui rate pertumbuhan mikroalga terhadap waktu untuk berbagai kadar CO<sub>2</sub> dan salinitas.
3. Mengetahui pengaruh variable kadar CO<sub>2</sub> di air kolam pada kadar lipid dalam algae untuk berbagai salinitas.
4. Mengetahui pengaruh alga sebagai pakan ikan dan pada pertumbuhan ikan bandeng.

### **1.4 MANFAAT PENELITIAN**

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi suatu industri untuk mempertimbangkan kegunaan mikroalga sebagai alternatif pengolahan buangnya sehingga mampu menjaga ekosistem dan mengurangi resiko pencemaran lingkungan, serta bermanfaat bagi lingkungan dan masyarakat sekitar industri.

Penelitian ini nantinya dapat dijadikan sebagai bahan referensi dan informasi bagi penulis selanjutnya yang tertarik untuk mengkaji dan meneliti tentang pakan ikan dari mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Brotryococcus braunii*.

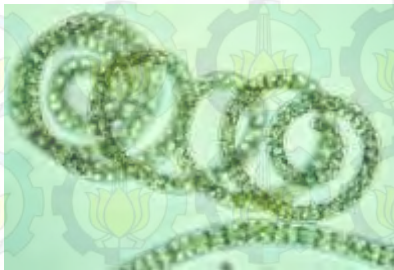
## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 *Spirulina platensis***

*Spirulina* adalah salah satu mikroalga yang memiliki kandungan protein cukup tinggi. *Spirulina* mengandung protein tinggi sekitar 55-70% dan sumber mikronutrien. Selain itu, *Spirulina* adalah jenis cyanobacteria atau bakteri yang mengandung klorofil dan dapat bertindak sebagai organisme yang bisa melakukan fotosintesis untuk membuat makanan sendiri. Bentuknya spiral (Gambar 1), mengandung fikosianin tinggi sehingga warna cenderung hijau biru. *Spirulina* dapat tumbuh dengan baik di danau, air tawar, air laut, dan media tanah. *Spirulina* juga memiliki kemampuan untuk tumbuh di media yang mempunyai alkalinitas tinggi yakni sekitar pH 8,5 – 11, dimana mikroorganisme lainnya tidak bisa tumbuh dengan baik dalam kondisi ini. Suhu terendah untuk *Spirulina platensis* untuk hidup adalah 15°C, dan pertumbuhan yang optimal adalah 35°-40°C. Penggunaan *Spirulina* di berbagai industri mengakibatkan konsumsi

*Spirulina* dari tahun ke tahun makin meningkat. Berbagai penelitian dan pengembangan telah dilakukan untuk memproduksi biomassa *Spirulina* sp. yang meliputi teknik kultur dalam berbagai skala produksi, optimasi kondisi lingkungan kultur, dan uji galur *Spirulina* sp. (Reinehr dan Costa 2006). Kultivasi *Spirulina* tidak membutuhkan lahan yang luas. Sebagai contoh, kultivasi pada lahan satu are (0,4646 hektar) *Spirulina* dapat memenuhi kebutuhan protein 400 orang, sedangkan kacang kedelai hanya mampu memenuhi 20 orang dan beras hanya dua orang dalam satu tahun (Tietze 2004).



Gambar II.1 Morfologi *Spirulina Plantesis*

### **Kandungan Nutrisi**

Spirulina memiliki karakter dan kandungan nutrisi yang cocok untuk digunakan sebagai bahan makanan. Kandungan nutrisi yang dimiliki oleh spirulina adalah protein, asam lemak esensial, vitamin, mineral, dan klorofil.

Serta fikosianin adalah komponen yang terkandung di dalam Spirulina. Diyakini juga bahwa Spirulina bisa bertindak sebagai produk makanan penyembuh atau obat.

### **Mineral**

Jumlah mineral esensial yang terkandung dalam spirulina hampir sekitar 3-7%. Mineral-mineral ini terakumulasi di dalam mikroalga dan berasal dari mineral yang terkandung dalam media pertumbuhan dan juga dipengaruhi oleh suhu, salinitas dan pH. Sharma dan Azees (1988) menyatakan bahwa bioakumulasi kobalt dan seng dipengaruhi oleh suhu media yang berbeda. Sementara itu Gabbay, Tel dan Gresshoff (1993) mencatat bahwa Spirulina dalam air laut terakumulasi natrium dan klorida dalam jumlah tinggi.

### **Protein**

Spirulina mengandung protein tinggi sekitar 55-70%. Protein ini merupakan suatu senyawa kompleks yang kaya akan asam amino esensial, metionin (1,3-2,75%), sistin (0,5-0,7%), triptofan (1-1,95%), dan lisin (2,6-4,63%). Kadar asam amino yang tinggi baik untuk kesehatan karena merupakan salah satu bahan pembuat protein.

### **Asam Amino Esensial**

*Poly Unsaturated fatty Acid* (PUFA) dalam Spirulina sekitar 1,3-15% dari lemak total (6-6,5%). Jenis kandungan lemak tertinggi dari Spirulina adalah *Gamma Linoleic Acid* (GLA) sekitar 25-60% dari total lemak (Borowitzka, 1994). Senyawa-senyawa lain yang terdapat di dalam lemak adalah asam palmik (44,6-54,1%), asam oleat (1-15,5%)



dan asam linoleat (10,8-30,7%). Spirulina mengandung kolesterol sekitar 32,5 mg/100 g.

Tabel II.1 kandungan nutrisi *Spirulina Plantesis*

Parameter	Kandungan
Protein	56-62%
Lemak	4-6%
Karbohidrat	17-25%
Asam linoleat	0.8%
Klorofil	0.8%
Fikosianin	6.7-11.7%
Karotein	0.43%
Zeaxanthin	0.1%
air	3-6%

## KANDUNGAN NUTRISI DALAM SPIRULINA

Kandungan mineral dalam Spirulina berbeda satu sama lain tergantung pada jenis media pertumbuhannya. Secara umum, kultivasi Spirulina bisa menggunakan air tawar, air laut, atau air payau.

### Spirulina Air Laut

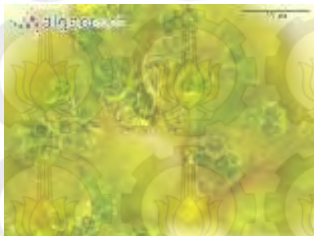
Spirulina yang dibudidayakan di air laut mengandung mineral lebih tinggi daripada media air tawar atau payau. Air laut mengandung garam yang tinggi seperti NaCl, KCl, MgCl. Spirulina ini juga mengandung fikosianin, polisakarida, inositol yang lebih tinggi. Meskipun mengandung garam tinggi, kandungan natrium yang terlalu tinggi dinilai tidak baik untuk kesehatan manusia. Untuk menurunkan mineral ini, dapat digunakan  $\text{NaHCO}_3$  dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  melalui metode Trigger (Faucher, et al., 1975). Spirulina air laut memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih rendah daripada spirulina air tawar. Spirulina air laut memiliki bau amis seperti rumput laut atau cumi-cumi sehingga beberapa konsumen tidak nyaman dengan bau tersebut. Bau amis ini dihasilkan dari kandungan mineral di dalam Spirulina.

### Spirulina Air Tawar

Spirulina ini biasanya digunakan sebagai bahan makanan manusia dan farmasi. Dalam media air tawar,  $\text{NaHCO}_3$ , fosfat, dan urea ditambahkan untuk mempengaruhi laju pertumbuhan mikroalga. Spirulina air tawar memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi di sekitar 0.16/hari dan menghasilkan 1,23-1,34 g/L biomassa kering. Sementara itu Spirulina air laut memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih rendah dan menghasilkan biomassa di sekitar 10.3g/m<sup>2</sup>/hari (Costa, et al, 2003). Karena kandungan natrium dalam Spirulina air tawar lebih rendah dari air laut, maka aman untuk digunakan sebagai makanan manusia dan farmasi. Kandungan protein yang dihasilkan dari Spirulina media air tawar adalah sekitar 60-70%. Spirulina air tawar tidak memiliki bau amis karena memiliki kandungan mineral yang lebih rendah daripada Spirulina air laut.

## II.2 *Botryococcus braunii*

*Botryococcus braunii* adalah mikroalga autotrof berwarna hijau yang hidup di perairan terutama di air payau. Mikroalga ini ditemukan hidup berkoloni pada tempat hidupnya (Kutzing, 1849). *Botryococcus braunii* termasuk dalam kingdom *Plantae*, divisi *Chlorophyta*, kelas *Trebouxiophyceae*, ordo *incertae sedis*, famili *Botryococcaceae*, genus *Botryococcus*, dan spesies *Botryococcus braunii*.



Kingdom	:	<i>Plantae</i>
Division	:	<i>Chlorophyta</i>
Class	:	<i>Trebouxiophyceae</i>
Order	:	<i>Incertae sedis</i>
Family	:	<i>Botryococcaceae</i>
Genus	:	<i>Botryococcus</i>
Species	:	<i>B. braunii</i>

(www.algaebase.com, 2013)

Gambar II.2 Morfologi *Botryococcus braunii*

*Botryococcaceae* adalah tingkatan famili dari klasifikasi makhluk hidup. Genus dari famili ini adalah *Botryococcus*. Genus

*Botryococcus* memiliki ciri – ciri yaitu sel-sel membentuk agregat yang tidak beraturan dan memiliki filamen tipis yang menghubungkan sel – sel. Bentuk sel yaitu bulat telur dengan ukuran panjang antara 6 sampai 10  $\mu\text{m}$ , dan lebar antara 3 sampai 6  $\mu\text{m}$ .

*Botryococcus braunii* memiliki kemampuan luar biasa untuk mensintesis dan mengumpulkan berbagai macam lipida dan hidrokarbon. Ganggang ini mampu menghasilkan lipid sampai dengan 60 % berat keringnya. Jika dibandingkan dengan jenis mikroalga lainnya jumlah lipida *Botryococcus braunii* relatif lebih banyak.

Jenis lipida bervariasi tergantung pada jenis strainnya, mulai dari  $\text{C}_{12}$  hingga  $\text{C}_{37}$ . Dinding sel *Botryococcus braunii* relatif lebih tebal dari spesies mikroalga hijau lainnya dikarenakan akumulasi penumpukan dari pembelahan sel sebelumnya. Sebagian besar lipida dari spesies ini terletak di bagian permukaan selnya oleh karena itu ekstraksi lipida dari mikroalga jenis ini relatif lebih efisien dibandingkan harus melewati dinding sel pada jenis ganggang yang lain. *Botryococcus braunii* mulai mengalami fase log untuk pertumbuhannya pada saat 72 jam waktu kultur di kolam terbuka dan bisa mencapai 2 hari pada kondisi laboratorium. *Botryococcus brauni* tumbuh pada daerah subtropis dan tropis dengan suhu tumbuh antara 23–27°C. Diketahui kadar garam optimum untuk tumbuh sekitar 0,2 M. (Qin, 2005)

**Tabel II.2 Kandungan Minyak pada Mikroalgae**

Jenis Mikroalgae	Kadar minyak (% bk)
<i>Botryococcus braunii</i>	25-75
<i>Chlorella sp.</i>	28-32
<i>Cryptocodinium cohnii</i>	20
<i>Cylindrotheca sp.</i>	16-37
<i>Dunaliella primolecta</i>	23
<i>Isochrysis sp.</i>	25-33
<i>Monallanthus salina</i>	> 20
<i>Nannochloris sp.</i>	20-35
<i>Nannochloropsis sp.</i>	31-68
<i>Neochloris oleoabundans</i>	35-54
<i>Nitzschia sp.</i>	45-47



<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	20-30
<i>Schizochytrium sp.</i>	50-77
<i>Tetraselmis sueica</i>	15-23

(Christi, 2007)

### II.3 Kondisi Tumbuh

Pertumbuhan dan komposisi lipid mikroalga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti suhu, intensitas cahaya, CO<sub>2</sub>, nitrogen dan medium kultur.

#### 1. Suhu

Suhu dapat mempengaruhi komposisi dan sifat metabolisme dari biomassa. Mikroalga pada umumnya memiliki toleransi terhadap suhu tumbuh antara 16 dan 35°C. Untuk suhu tumbuh lebih rendah dari 16°C pertumbuhan mikroalga akan menjadi lambat, sedangkan untuk suhu lebih tinggi dari 35°C akan mematikan sel – sel dari mikroalga (Mayo dan Noike, 1996). Kondisi tumbuh optimum *Spirulina Plantesis* berisar antara 35–40°C. (Kawaroe *et al* 2010). Sedangkan kondisi tumbuh optimum *Botryococcus braunii* berisar antara 25 – 27°C (Yamaguchi, 1987).

#### 2. Cahaya

Cahaya diperlukan oleh mikroalga untuk tumbuh, karena energi dari cahaya tersebut dibutuhkan untuk metabolisme dan fotosintesis. Peningkatan intensitas cahaya akan meningkatkan laju fotosintesis sampai nilai tertentu dan sampai pada nilai tersebut maka laju dari fotosintesis tidak akan meningkat lagi. Pada *Spirulina Plantesis* dan *Botryococcus braunii*, cahaya juga sangat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan mikroalga tersebut. Diketahui kondisi tumbuh optimum dari *Spirulina Plantesis* dan *Botryococcus braunii* adalah sekitar 10 klux (Kojima dan Zhang, 1999). 10 klux merupakan intensitas cahaya matahari yang sampai di permukaan bumi pada saat terik. Satuan intensitas cahaya yang digunakan dalam penelitian ini adalah lux. Lux adalah lumen/m<sup>2</sup>.

#### 3. pH

Pada media kultur, pH merupakan salah satu faktor penting dalam budidaya mikroalga. Kisaran pH media untuk budidaya mikroalga biasanya netral atau sedikit asam, terutama untuk menghindari pengendapan beberapa elemen utama. Mikroalga menunjukkan ketergantungan yang berbeda terhadap pH dari media untuk tiap – tiap spesies. pH pada kultur mikroalga dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti komposisi media, jumlah CO<sub>2</sub> terlarut, suhu (yang mengendalikan kelarutan CO<sub>2</sub>) dan aktivitas metabolisme dari sel-sel mikroalga. Peningkatan pH biasanya terjadi karena berkurangnya anion (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dan CO<sub>2</sub> yang terbentuk di media serta ekskresi ion OH<sup>-</sup>. Untuk mikroalga jenis *Spirulina Plantesis* dan *Botryococcus braunii* diketahui kondisi tumbuh pada pH sekitar 7 – 8,5 (Dayananda et al. 2007)

#### 4. Nitrogen

Diketahui bahwa sumber karbon dan nitrogen adalah unsur nutrisi yang penting bagi organisme. Mikroalga dapat memanfaatkan sumber nitrat, amonia atau nitrogen organik seperti urea. Pasokan nitrogen yang biasa digunakan adalah dalam bentuk amonia atau urea yang secara ekonomis lebih menguntungkan daripada nitrat atau nitrit. Seperti mikroalga pada umumnya *Spirulina sp.* juga membutuhkan nitrogen untuk tumbuh. Secara garis besar nitrogen mempengaruhi pertumbuhan dari sel *Spirulina Plantesis* dan *Botryococcus braunii* seperti kandungan lipida, protein, dan karbohidrat. Pada kondisi di mana kadar nitrogen kecil maka produksi lipida pada sel akan bertambah banyak, keadaan ini biasa disebut *Nitrogen Starvation* (Eugenia J. Olguín et al, 2000).

#### 5. CO<sub>2</sub>

Mikroalga memerlukan sumber karbon untuk melakukan fotosintesis. Sekitar 50% berat dari biomassa mikroalga terdiri dari karbon, kecukupan pasokan karbon sangat penting untuk kultur yang baik. Konsentrasi CO<sub>2</sub> alami di udara (0,03%) tidak cukup baik untuk pertumbuhan optimum dari mikroalga. Biasanya dalam kultur mikroalga ditambahkan karbon tambahan terutama dalam bentuk udara yang diperkaya CO<sub>2</sub>. Pertumbuhan *Spirulina Plantesis* diketahui juga terpengaruh oleh konsentrasi CO<sub>2</sub> pada media tumbuhnya. Menurut penelitian diketahui bahwa konsentrasi



optimum untuk pertumbuhan *Spirulina Plantesis* adalah pada konsentrasi 1%.( Pierre et al, 2011)

#### 6. Salinitas

Pada habitat tumbuhnya, pertumbuhan dari mikroalga sangat dipengaruhi oleh salinitas tergantung dari tempat tumbuh alaminya yaitu di air laut, di air payau, atau di air tawar. *Spirulina Plantesis* pada habitat alaminya hidup di *fresh-water*, sedangkan *Botryococcus braunii* hidup di air payau (Kutzing, 1849). Kadar garam sangat berpengaruh pada pertumbuhan mikroalga khususnya pada tekanan osmotik sel. Jika kadar garam dari media tumbuh tidak sesuai dengan kondisi tumbuh yang mampu ditoleransi oleh mikroalga maka dimungkinkan terjadinya pelepasan substansi dalam sel karena konsentrasi garam yang terlalu rendah atau masuknya medium ke dalam sel karena terlalu tingginya konsentrasi garam pada media tumbuh. Kadar garam juga berpengaruh terhadap komposisi dan kandungan lipida pada mikroalga khususnya *Spirulina Plantesis*. Diketahui kadar garam optimum untuk tumbuh sekitar 0-35 ‰, dan yang optimal pada 10 – 20 ‰. Sedangkan pada *Botryococcus braunii* kadar garam optimum untuk tumbuh sekitar 0,2 M (Qin, 2005).

### II.4 Media Kultur

Pada penelitian kali ini, direncanakan menggunakan medium Walne untuk media tumbuh dari kultur *Botryococcus braunii* dan *Spirulina Plantesis*. Adapun alasan penggunaan medium Walne adalah ketersediaan dari media tersebut. Jika dibandingkan dengan media Chu 13, media Walne juga memiliki kandungan unsur – unsur yang serupa hanya terdapat perbedaan pada kandungan ion sulfat. *Botryococcus braunii* dan *Spirulina plantesis* dengan kemampuannya untuk tumbuh pada perairan dengan salinitas sedang bisa ditumbuhkan pada media Walne (BBPBAP Jepara, 2013). Berikut adalah konsentrasi dari masing – masing komposisi pada media Walne, yaitu:

**Tabel II.3 Komposisi pada Walne dalam mg per liter.**

Komposisi	Konsentrasi (mg/liter)
-----------	------------------------

NaNO <sub>3</sub>	100,00
Na <sub>2</sub> EDTA	45,00
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	33,60
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	20,00
FeCl <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O	1,3
MnCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	0,36
Vitamin B1	0,1
Vitamin B12	0,005

(Isnansetyo & Kurniastuty, 1995)

## II.5 Jenis Kultur Mikroalga

Kultur mikroalga umumnya dibedakan menjadi tiga jenis yaitu *phototrophic*, *heterotrophic*, dan *mixotrophic*. Secara alamiah, mikroalga tumbuh dengan cara *phototrophic*. Sesuai dengan namanya, kultur *phototroph* menggunakan cahaya matahari atau sumber cahaya lain dengan intensitas cahaya yang sebanding sebagai sumber energi dari mikroalga. Pada kultur *phototroph*, sumber karbon yang digunakan adalah sumber karbon anorganik yaitu CO<sub>2</sub>.

Kultur *heterotrophic* adalah kultur yang menggunakan karbon organik untuk menghasilkan energi. Dalam kultur ini ketersediaan cahaya baik itu dari matahari ataupun sumber cahaya yang lain tidak begitu diperhatikan seperti pada kultur *phototropic* dan *mixotrophic*. Sedangkan kultur *mixotrophic* merupakan perpaduan antara kultur *heterotrophic* dan *phototropic*. Kultur *mixotrophic* menggunakan cahaya matahari atau sumber cahaya lain sebagai sumber energi dan sumber karbon organik (Zhang dkk., 2011).

Lima manfaat spirulina untuk kesehatan ikan adalah sebagai berikut:

1. Spirulina mengandung vitamin dan mineral.
2. Spirulina kaya akan muco protein baik untuk kesehatan kulit.
3. Kandungan phycocyanin yang dapat mengurangi obesitas dan membuat ikan menjadi lebih sehat.

4. Kandungan asam lemak yang berguna untuk pertumbuhan organ.
  5. Spirulina mengandung zat pewarna natural seperti carotenoids.
- Spirulina merupakan ganggang biru-hijau yang memiliki kandungan gizi yang bermanfaat bagi kecemerlangan pada ikan. (Mahmud Affendi, 2012)

## II.6. PENELITIAN TERDAHULU

Adapun penelitian terdahulu mengenai *Spirulina Plantesis* adalah sebagai berikut:

Tabel II.4 Penelitian Terdahulu

Nama	Jurnal	Hasil Penelitian
Yecong Li, Wenguang Zhou, Bing Hu, Min Min, Paul Chen dan Roger R. Ruan., 2011	Integration of Ganggange Cultivation as Biodiesel Production Feedstock with Municipal Wastewater Treatment: Strains Screening and Significance Evaluation of Environmental Factors, Bioresource Technology, 10861- 10867	Faktor – faktor lingkungan mempunyai dampak yang signifikan. Intensitas cahaya yang tinggi dan konsentrasi CO <sub>2</sub> dengan periode pencahayaannya yang lebih lama berdampak pada akumulasi biomassa, produksi biodiesel juga pengurangan COD dan nitrogen.



<p>Irina A. Guschina, dan John L. Harwood., 2006</p>	<p>Lipids and Lipid Metabolism in Eukaryotic Ganggane, Progress in Lipid Research, 160-186</p>	<p>Kadar Cu yang dibutuhkan minimal sebesar 0.22 mM, kadar Zn yang dibutuhkan minimal sebesar 0,88 mM, sedangkan kadar Cd yang dibutuhkan minimal sebesar 0,44 mM.</p>
<p>Dewi Susanna, Zakianis, Ema Hermawati And Haryo Kuntoro Adi, 2007</p>	<p>Pemanfaatan <i>Spirulina Plantesis</i> Sebagai Suplemen Protein Sel Tunggal (PST), Mencit (<i>Mus musculus</i>) , 11 (2007) 44 – 49</p>	<p>Secara umum terlihat bahwa terjadi kenaikan berat badan baik pada kelompok control maupun kelompok perlakuan dengan kadar <i>Spirulina Plantesis</i> 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% mulai hari pertama sampai hari kedua belas. Pada hari ketiga belas seluruh mencit mulai mengalami penurunan berat badan dan puncak penurunan berat badan pada hari ke 14 dan kenaikan berat badan terjadi lagi pada hari ke-15. Hal ini berarti bahwa bahan pakan mencit baik pellet maupun berbagai konsentrasi</p>

		<p>biomassa kering <i>Spirulina Platensis</i> mempunyai pengaruh terhadap kenaikan berat badan mencit yang sama, namun besar nya kenaikan berat badan mencit pada control adalah paling kecil. Pemanfaatan <i>S. Platensis</i> ini hanya efektif sampai pada hari ke – 14.</p>
<p>Ricky Suranta Barus, Syammaun Usman, Nurmatias.</p>	<p>Pengaruh Konsentrasi Tepung <i>Spirulina Platensis</i> pada pakan terhadap peningkatan warna mas koki (<i>Carassius auratus</i>), 198 (2011) 82-93</p>	<p>Pemberian <i>Spirulina platensis</i> dapat merubah warna dan mempengaruhi pertumbuhan Ikan Maskoki (<i>Carassius auratus</i>). Penambahan <i>Spirulina platensis</i> pada pakan dengan dosis 3% menghasilkan tingkat perubahan warna yang lebih optimal pada Ikan Maskoki (<i>Carassius auratus</i>) dan lebih efektif dibandingkan dengan dosis <i>Spirulina platensis</i> yang lain.</p>

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium pengolahan limbah industri jurusan teknik kimia FTI-ITS dengan menggunakan mikroalga dari BBPBAP Jepara, bibit bandeng dari tambak ikan bandeng bapak H. Ridwan Lamongan, dan air laut dari PT. PLTU Grati.

#### III.1 Kondisi Operasi

1. Kondisi tumbuh *Spirulina platensis* dan *Brotryococcus braunii* dalam penelitian
  - ✓ Suhu operasi (25°C-30°C).
  - ✓ Intensitas Cahaya (10 klux  $\pm$  36 watt).
2. pH =  $\pm$  7
3. Air laut dari PT. PLTGU Grati, Pasuruan, Jawa Timur.
4. Konsentrasi nitrogen ( $\text{KNO}_3$ ) = 0.0003%

- Variabel penelitian

1. Mikroalga *Spirulina platensis* dan *Brotryococcus braunii* (dari BBPBAP Jepara).
2. Membuat larutan mikroalga dengan ratio air laut dan air tawar = 1:5; 1:10; 1:15.
3. Konsentrasi gas  $\text{CO}_2$  = 9 %, 13.5 %, 15 %, 17%.

- Variabel respon

1. Peningkatan berat kering pada mikroalga *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii*.
2. Peningkatan jumlah sel pada *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii*.
3. Kadar lipid pada variabel gas  $\text{CO}_2$  dan pada *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii*.
4. Peningkatan kandungan protein pada *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii*

#### III.2 Besaran yang diukur

Selama proses peningkatan berat kering pada *Spirulina Platensis* dan *Brotryococcus braunii* dengan media air laut dari PT. PLTU Grati dan dilakukan pengukuran besaran-besaran berikut:

**Tabel III.1 Parameter yang diukur**

<b>Besaran yang diukur</b>	<b>Waktu pengukuran</b>
Berat kering mikroalga	Hari ke – 7
Kandungan protein	Hari ke – 7
Kadar lipid	Hari ke – 7
Jumlah sel mikroalga	Setiap hari selama 7 hari

### **III.3 Alat Yang Digunakan**

1. Aquarium
2. Aerator
3. Selang
4. Kabel rol
5. Lampu neon 36 watt

### **III.4 Bahan Yang Digunakan**

1. Mikroalga spesies *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii*
2. Air laut PT. PLTGU Grati
3. Sumber nitrogen ( $\text{KNO}_3$ )
4. Gas  $\text{CO}_2$

### **III.5 Prosedur Penelitian**

1. Prosedur Pra-Kultur meliputi :  
Mencatat detail kondisi dan proses pembibitan *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii* yang dibiakkan di laboratorium BBPBAP Jepara.
2. Prosedur Kultur meliputi :
  - Mengatur sistem pencahayaan dengan lampu neon 36 watt yang diletakkan disamping kolam pengulturan.
  - Mengatur salinitas media yang akan digunakan sebagai media kultur.
  - Mengatur kadar nitrogen dalam media tumbuh, sesuai dengan variabel yang telah diberikan.
  - Mengatur sistem aerasi masing-masing sekat kolam pengulturan.
  - Memasukkan 750 mL media kultur sesuai variabel ke masing-masing sekat kolam pengulturan
  - Memasukkan nutrisi ke dalam variabel yang sesuai.

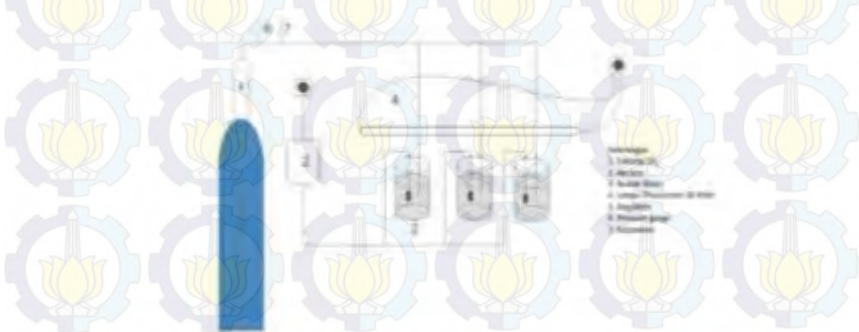


- Mengaduk setiap media kultur sampai homogen.
- Memasukkan 250 mL strain bibit *Spirulina Platensis* pada 750 mL masing-masing media tumbuh
- Media kultur ditumbuhkan, dan dilakukan pengukuran jumlah sel mikroalga dengan counting chamber setiap hari dengan range waktu yang telah ditentukan.
- Setelah semua prosedur pengukuran dilakukan untuk semua variable, maka dilakukan prosedur pemanenan kultur mikroalga.

3. Prosedur Pemanenan dan Pengeringan meliputi :

- Mengangkat saluran aerasi dari kolam pengulturan.
- Mendinginkan kolam pegulturan selama 15 menit.
- Memindahkan kultur dari kolam pengulturan ke dalam tabung centrifuge untuk diproses lebih lanjut dalam proses pengeringan mikroalga.
- Melakukan proses pemisahan mikroalga dalam kultur dengan menggunakan centrifuge sampai menjadi *slurry* mikroalga.
- *Slurry* mikroalga kemudian dituangkan ke dalam cawan penguap dan dipanaskan menggunakan hot plate pada suhu 100°C selama 1 jam sampai menjadi dried mikroalga (mikroalga kering).
- Menimbang dan mencatat massa mikroalga kering yang didapat.

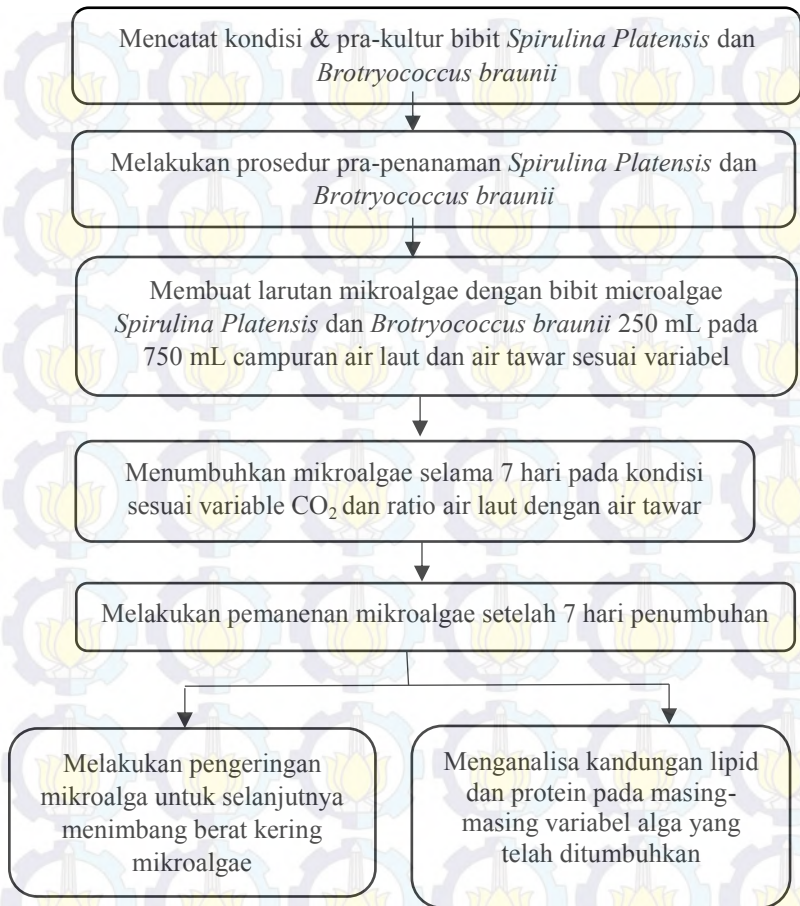
### III.6 Desain Peralatan



Gambar III.1 Rangkaian Alat Pengulturan Mikroalga



### III.7 Prosedur Kerja



### III.8 Prosedur Analisa

1. Analisa berat mikroalga  
Analisa berat mikroalga dapat menggunakan metode penimbangan pada sejumlah sampel dari beberapa variabel.
  - Alat yang digunakan
    1. Beaker glass

2. Neraca analitik

3. Hot plate

4. Cawan porselein

5. Pipet ukur

6. Tabung centrifuge

- Bahan yang digunakan

1. Sampel (Larutan Algae)

- Prosedur Percobaan

1. Mengambil sampel dengan pipet ukur dan memindahkan ke dalam tabung centrifuge.

2. Mensentrifuge tabung beserta isinya selama 20-30 menit sehingga menghasilkan *slurry* microalgae.

3. *Slurry* mikroalga kemudian dituangkan ke dalam cawan porselein dan dipanaskan menggunakan hot plate pada suhu 100°C selama 1 jam sampai menjadi dried mikroalga (mikroalga kering).

4. Menimbang dan mencatat massa mikroalga kering yang didapat.

## 2. Analisis lipid

Analisa lipid dapat menggunakan metode ekstraksi soxhlet dan dilanjutkan dengan distilasi untuk memisahkan pelarut dengan lipid yang telah diekstrak.

- Alat yang digunakan

1. Soxhlet

2. Labu distilat

3. Kondensor reflux

4. Kertas saring

5. Kondensor liebig

6. Neraca analitik

7. Hot plate

- Bahan yang digunakan

1. Sampel (alga kering)

2. Pelarut (hexane)

3. Air

- Prosedur percobaan

1. Menyaring sampel mikroalga sebanyak 250 ml diatas kertas saring.

2. Menimbang berat kering mikroalga yang diperoleh pada kertas saring.
3. Memasukkan kertas saring yang telah diisi alga kedalam soxhlet.
4. Merangkai alat yang akan digunakan dalam proses ekstraksi.
5. Melakukan proses ekstraksi selama kurang lebih 4 jam.
6. Setelah selesai, memasukkan hasil ekstraksi (lipid+pelarut) ke dalam labu distilasi.
7. Melakukan proses distilasi untuk memisahkan lipid dengan pelarut.
8. Menimbang botol sampel kosong.
9. Membiarkan labu hingga dingin dan memipet lipid (produk bawah) dengan pipet ukur 2 mL dan memasukkan ke dalam botol sampel yang telah ditimbang.

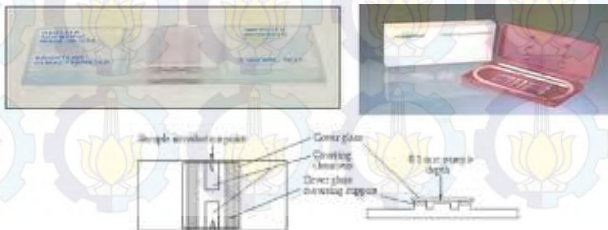
Menghitung kadar lipid dari proses ekstraksi dapat dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar lipid} = \frac{\text{Berat botol sampel lipid (gr)} - \text{berat botol sampel kosong (gr)}}{\text{berat mikroalga kering (gr)}} \times 100\%$$

(Budimarwanti, 1998)

### 3. Analisa Jumlah Mikroalga dengan Metode *Counting Chamber*

Pada metode ini digunakan hemasitometer. Hemasitometer adalah suatu alat untuk menghitung sel secara cepat dan digunakan untuk konsentrasi sel yang rendah. *Deck glass* digunakan untuk menutup bagian atas dengan ketebalan 0.1 mm. Hemasitometer diletakkan diatas spesimen pentas (tempat objek) dan digunakan untuk menghitung jumlah suspensi sel. Berikut ini adalah gambar hemasitometer:



### Gambar III.2 Hemasitometer

Prosedur kerja:

1. Mengambil 1 mL mikroalga dan menambahkan 9 mL aquades, disebut pengenceran 10x
2. Mengocok larutan dengan memutar tabung perlahan diantara kedua telapak tangan agar merata
3. Meneteskan larutan tersebut menggunakan pipet mata pada hemasitometer lalu mengamati dan menghitung jumlah selnya dengan mikroskop.

### III.9 Pengolahan Data

Menghitung yield, produktivitas, jumlah sel, dan kadar lipid dari microalgae dan menghitung kenaikan berat ikan.

$$\bigcirc \text{ Yield mikroalgae} = \frac{\text{Berat kering mikroalgae pada hari ke-7}}{\text{Berat kering mikroalgae pada hari ke-0}}$$

$$\bigcirc \text{ Produktivitas mikroalgae} = \frac{(\text{Berat kering mikroalgae pada hari ke-7}) - (\text{Berat kering mikroalgae pada hari ke-0})}{(\text{volume larutan})(\text{waktu penumbuhan})}$$

$$\bigcirc \text{ Kenaikan kadar lipid mikroalgae} = \frac{(\text{lipid pada hari ke-7}) - (\text{lipid pada hari ke-0})}{(\text{lipid pada hari ke-0})}$$



## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kadar protein dan lipid pada mikroalga spesies *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* sebagai pakan alami ikan bandeng dengan pemberian variabel tertentu, serta untuk mengetahui rate pertumbuhan mikroalga tersebut untuk berbagai kadar salinitas dan CO<sub>2</sub>.

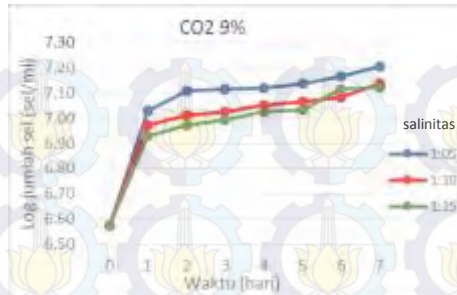
Proses penelitian ini dilakukan dalam 3 tahap, yaitu tahap pra-kultur, kultur, pemrosesan dan pembiakan ikan bandeng. Pada tahap pra-kultur, 600 ml *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* dikembangbiakkan dengan 1800 ml campuran air tawar dan air laut yaitu 1:1 (v/v) dan ditambah nutrisi berupa walne 1 ml/liter selama  $\pm$  5 hari. Hal ini bertujuan agar mikroalga mencapai fase logaritmik pertumbuhannya. Setelah tahap ini, kemudian dilakukan tahap kultur. Pada tahap ini *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* dikembangbiakkan pada media air laut dengan perbandingan volume mikroalga 250 ml dan media berupa 750 ml campuran air laut dan air tawar dengan variabel kadar salinitas yang telah ditentukan selama  $\pm$  7 hari dalam beaker glass berukuran 1000 ml ditambah nutrisi berupa KNO<sub>3</sub> sebanyak 0,0003% (w/w), dan penambahan variabel CO<sub>2</sub>. Variabel yang digunakan adalah penambahan CO<sub>2</sub> sebesar 9%; 13,5%; 15% dan 17%. Dan variabel kadar salinitas yaitu perbandingan air laut dengan tawar (1:5); (1:10); dan (1:15) (v/v). Air laut yang digunakan memiliki kadar salinitas mencapai 52500 ppm dimana nilai tersebut setara dengan 52,44 g/L. Jadi untuk tiap variabel salinitas didapat nilai salinitas mencapai 6,55 g/L untuk variabel 1:5, 3,576 g/L untuk variabel 1:10, dan 2,458 g/L untuk variabel 1:15.

Setelah itu dilakukan pengamatan jumlah sel mulai hari ke-0 tahap pemrosesan sampai hari ke-7, serta analisa kadar lipid dan protein saat hari ke-7.

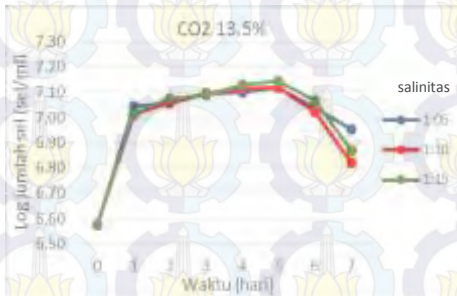
#### **IV.1 Penelitian *Spirulina platensis***

##### **IV.1.1 Pengaruh Variabel CO<sub>2</sub> dan Salinitas terhadap Jumlah Sel**

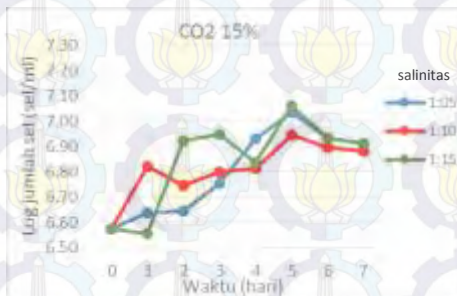
Pengamatan jumlah sel dengan metode *counting chamber* untuk mikroalga spesies *Spirulina platensis*, jika ditinjau dari 2 variabel, yaitu CO<sub>2</sub>, dan Salinitas, didapat hasil sebagai berikut :



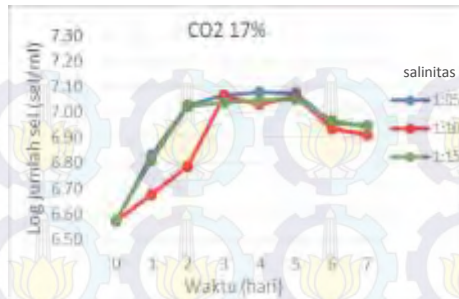
Gambar IV.1.1 Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan jumlah sel dengan CO<sub>2</sub> 9%



Gambar IV.1.2 Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan jumlah sel dengan CO<sub>2</sub> 13.5%



Gambar IV.1.3 Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan jumlah sel dengan CO<sub>2</sub> 15%



Gambar IV.1.4 Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan jumlah sel dengan CO<sub>2</sub> 17%

Berdasarkan grafik IV.1.1, IV.1.2, IV.1.3 dan IV.1.4, penambahan CO<sub>2</sub> memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan jumlah sel. Hubungan antara penambahan CO<sub>2</sub> dengan peningkatan jumlah sel yaitu berbanding terbalik. Semakin besar CO<sub>2</sub> yang ditambahkan, semakin kecil jumlah sel yang didapat. Dapat disimpulkan bahwa disini CO<sub>2</sub> bersifat *inhibitor*, karena menghambat pertumbuhan dari mikroalga tersebut.

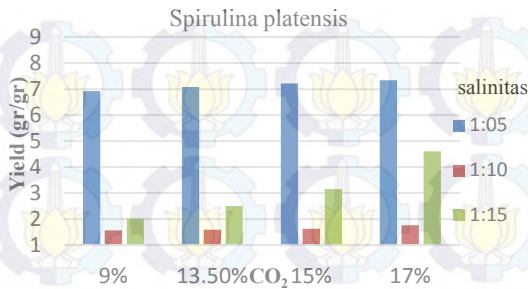
Ditinjau dari variabel kadar salinitas yang diberikan dan laju CO<sub>2</sub> tertentu, dapat dilihat pengaruh terhadap jumlah sel adalah berbanding terbalik dengan tingkat salinitas dari media tumbuh. Atau dengan kata lain semakin tawar sebuah media tanam, akan menghasilkan jumlah sel yang semakin banyak.

Sedangkan kondisi log jumlah sel yang paling optimum terjadi saat penambahan CO<sub>2</sub> 9% dengan variabel salinitas (1:5) dengan mencapai nilai sebesar 7.2 sel/ml.

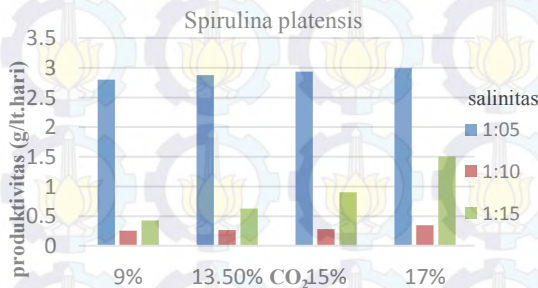
#### IV.1.2 Pengaruh Variabel CO<sub>2</sub> dan Salinitas terhadap Yield dan Produktivitas

Pengamatan Yield (gr algae akhir/gr algae awal) dan produktivitas (gr algae/lt.hari) dilakukan dengan menghitung berat kering mikroalga setelah hari ke-7. Untuk mikroalga spesies *Spirulina platensis*, jika ditinjau dari 2 variabel, yaitu salinitas dan CO<sub>2</sub>, didapat hasil seperti pada gambar IV.1.4 dan IV.1.5.





**Gambar IV.1.5** Pengaruh CO<sub>2</sub> dan salinitas terhadap Yield *Spirulina platensis*



**Gambar IV.1.6** Pengaruh salinitas dan CO<sub>2</sub> terhadap produktivitas *Spirulina platensis*

Berdasarkan grafik IV.1.4 dan IV.1.5, ditinjau dari variabel CO<sub>2</sub> yang ditambahkan, dapat dilihat bahwa hubungan antara yield dan penambahan CO<sub>2</sub> berbanding lurus. Semakin besar CO<sub>2</sub> yang ditambahkan, nilai yield dari mikroalga tersebut semakin tinggi. Hal tersebut juga terlihat pada hubungan antara produktivitas dengan penambahan CO<sub>2</sub> berbanding lurus. Semakin besar CO<sub>2</sub> yang ditambahkan, nilai produktivitas dari mikroalga tersebut semakin tinggi.

Berdasarkan teori, peningkatan laju injeksi CO<sub>2</sub> akan mampu meningkatkan produktivitas biomassa dan yield mikroalga hingga batas

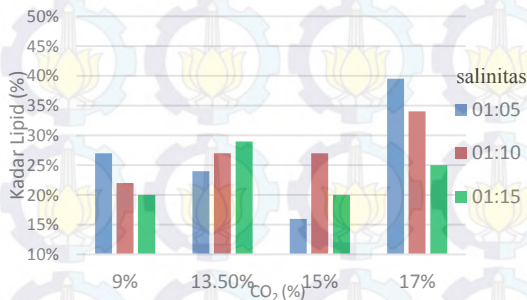


tertentu. Mikroalga memiliki batas toleransi terhadap CO<sub>2</sub>-nya masing-masing. Diatas batas toleransi yang dimiliki oleh mikroalga, maka CO<sub>2</sub> akan menjadi inhibitor terhadap pertumbuhan mikroalga. (Iracema dkk, 2015)

Salinitas akan menyebabkan efek terhadap mikroalga antara lain menyebabkan stress osmotik yang memberi efek langsung terhadap air, stress ion garam yang disebabkan oleh kehilangan atau kenaikan ion yang menyebabkan terganggunya kehidupan mikroalga, dan perubahan pada membran sel dari mikroalga. (Kirst, 1989). Dengan adanya stress terhadap mikroalga, maka laju pertumbuhan dari mikroalga akan terhambat. Terhambatnya pertumbuhan dari mikroalga yang disebabkan oleh salinitas akan menghasilkan yield dan produktivitas dari mikroalga yang tinggi. (Nitschke dkk, 2014)

#### IV.1.3 Pengaruh Variabel CO<sub>2</sub> dan salinitas terhadap Kadar Lipid

Pengamatan kadar lipid disini digunakan metode ekstraksi dan destilasi. Ekstraksi yang dipakai adalah ekstraksi dengan menggunakan *soxhlet*. Untuk mikroalga spesies *Spirulina platensis*, jika ditinjau dari 2 variabel, yaitu CO<sub>2</sub>, dan salinitas, didapat hasil seperti pada gambar 4.1.6



**Gambar IV.1.7** Pengaruh CO<sub>2</sub> dan salinitas terhadap kadar lipid

Berdasarkan grafik IV.1.6, ditinjau dari variabel CO<sub>2</sub>, menunjukkan bahwa CO<sub>2</sub> dapat memberikan pengaruh terhadap kadar lipid. Hubungan antara penambahan CO<sub>2</sub> dengan peningkatan kadar lipid dari hasil eksperimen secara keseluruhan adalah berbanding lurus. Semakin besar CO<sub>2</sub> yang ditambahkan, semakin banyak pula kadar lipidnya.

Jika ditinjau dari pengaruh salinitas, menunjukkan bahwa perbedaan salinitas dapat memberikan pengaruh terhadap kadar lipid pula. Hubungan antara penambahan salinitas dengan peningkatan kadar lipid adalah berbanding lurus. Semakin tinggi tingkat salinitas dari media tanam mikroalga, maka akan semakin tinggi pula kadar lipid yang didapat. Dengan kata lain, semakin tawar media air yang digunakan, kadar lipid yang didapat akan semakin kecil.

Untuk variabel 1:5 cukup sulit untuk bisa ditarik kesimpulan karena dari eksperimen didapat hasil yang semakin menurun seiring dengan kenaikan laju CO<sub>2</sub>. Tetapi untuk laju CO<sub>2</sub> 17% mengalami kenaikan yang sangat signifikan. Hal ini dikarenakan salinitas media tumbuh mikroalga cukup jauh melewati batas maksimal salinitas yang masih bisa diterima oleh *Spirulina platensis*. Menurut Arthur (2005), *Spirulina platensis* akan tumbuh optimum pada salinitas 0-1 g/L dan maksimal pada 4 g/L.

Dari grafik diatas dapat menunjukkan bahwa kadar lipid yang paling banyak adalah saat kondisi CO<sub>2</sub> 17%. Sedangkan kondisi media tumbuh untuk menghasilkan kadar lipid yang paling optimum karena untuk salinitas 1:5 tidak dapat ditarik kesimpulan maka diambil kadar salinitas 1:10 dan kondisi CO<sub>2</sub> 17% yakni mencapai 34%.

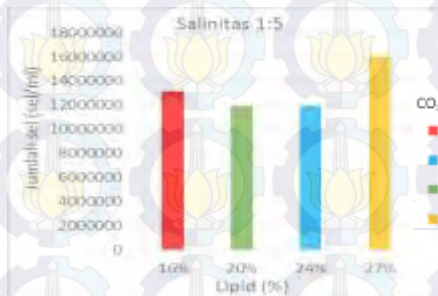
Berdasarkan teori, mikroalga yang dikondisikan dalam keadaan stress akan menghasilkan kadar lipid yang lebih besar seiring dengan terhambatnya pertumbuhan mikroalga tersebut. (Sharma dkk, 2012).

Lipid terbuat dari ikatan hidrokarbon yang tercipta dari hasil metabolisme dari mikroalga. Metode untuk meningkatkan kandungan lipid juga bermacam-macam yakni dengan menciptakan kondisi stress dari mikroalga. Salah satu kondisi stress yang dapat dibuat adalah dengan mengurangi nutrisi seperti nitrogen dalam air dan melakukan penambahan CO<sub>2</sub> pada laju yang tinggi. Dengan adanya pengurangan nutrisi maka akan menghambat laju pertumbuhan dari mikroalga. Produktivitas lipid yang tinggi akan didapat pada fase stationer dari laju pertumbuhan mikroalga. Dengan adanya pengurangan nutrisi yang akan menghambat laju pertumbuhan mikroalga, maka akan dihasilkan kandungan lipid yang tinggi. (Iracema dkk, 2015). Penambahan CO<sub>2</sub> pada jumlah yang besar juga mengakibatkan perubahan pH pada habitat dari mikroalga. Penambahan CO<sub>2</sub> menyebabkan adanya reaksi sebagai berikut:

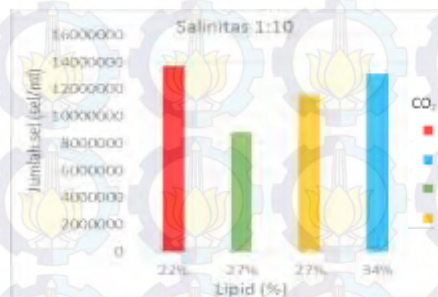


Kondisi asam ini mengakibatkan kondisi stress pada sisi pH dari habitat. Semakin asam pH dari habitat larutan alga maka akan semakin stress alga dalam pertumbuhannya dan semakin stress alga dalam pertumbuhannya maka akan semakin banyak lipid yang dihasilkan. (Mukti dkk, 2014)

#### IV.1.3.1 Hubungan antara Jumlah sel dengan Kadar Lipid

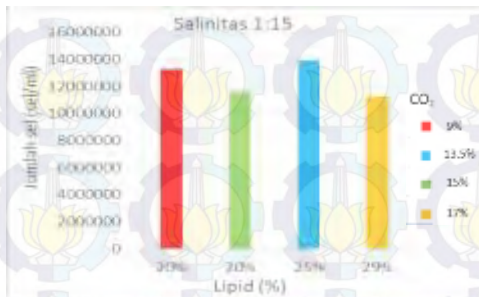


**Gambar IV.1.8** Hubungan Jumlah sel dengan kadar lipid pada salinitas 1:5



**Gambar IV.1.9** Hubungan Jumlah sel dengan kadar lipid pada salinitas 1:10





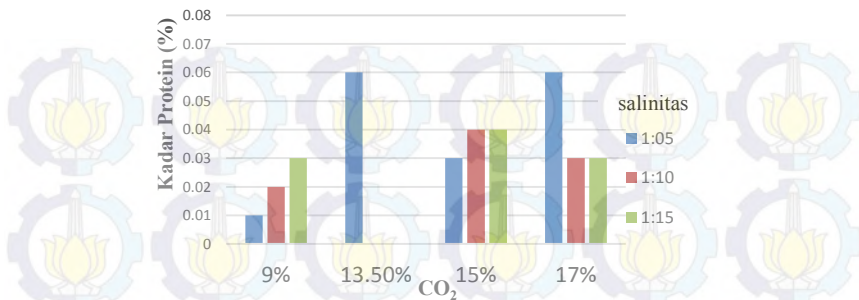
**Gambar IV.1.10** Hubungan Jumlah sel dengan kadar lipid pada salinitas 1:15

Berdasarkan Grafik IV.1.8, IV.1.9, dan IV.1.10, dapat dilihat hubungan antara jumlah sel dengan kadar lipid yang didapat. Menurut literature, semakin besar penambahan konsentrasi  $\text{CO}_2$  yang diberikan pada mikroalga, kondisi ini akan membuat pertumbuhan mikroalga menjadi stress. Dan hal tersebut membuat jumlah sel semakin menurun karena penambahan  $\text{CO}_2$  berlebih sebagai inhibitor. Pada Gambar IV.1.10 dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan konsentrasi  $\text{CO}_2$ , didapatkan jumlah sel semakin kecil dan menghasilkan kadar lipid yang semakin besar. Dengan kata lain, semakin sedikit jumlah sel pada mikroalga, kadar lipid yang dihasilkan semakin besar.

#### **IV.1.4 Pengaruh Variabel $\text{CO}_2$ dan Salinitas terhadap Kadar Protein**

Pengamatan kadar protein disini digunakan analisa Kjeldahl. Hasil analisa protein ini didapat dari sampel yang diujikan pada Balai Riset dan Standarisasi Industri. Untuk mikroalga spesies *Spirulina platensis*, jika ditinjau dari 2 variabel, yaitu  $\text{CO}_2$ , dan salinitas, didapat hasil seperti pada gambar IV.1.7.





**Gambar IV.1.11** Pengaruh CO<sub>2</sub> dan salinitas terhadap kadar protein

Berdasarkan grafik IV.1.7 dapat dilihat pengaruh CO<sub>2</sub> terhadap kadar protein dari *Spirulina platensis*. Dari hasil eksperimen dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar laju CO<sub>2</sub>, maka akan menghasilkan kadar protein yang semakin besar. Tetapi untuk beberapa jenis mikroalgae memiliki toleransi dimana mikroalgae tersebut dapat menerima tambahan CO<sub>2</sub>. Dalam eksperimen ini didapat batas ambang dari *Spirulina platensis terhadap* CO<sub>2</sub> adalah mencapai 15%. Apabila digunakan laju CO<sub>2</sub> yang lebih besar dari itu maka akan menghasilkan kadar protein yang semakin turun. Hal ini dapat dilihat pada gambar IV.1.7 dimana pada laju 9% ke laju 15% terus mengalami kenaikan kadar protein dan terjadi penurunan kadar protein pada laju CO<sub>2</sub> 17%.

Untuk variabel salinitas tidak dapat ditarik kesimpulan pada salinitas 1:5. Hal ini dikarenakan pada salinitas tersebut telah melewati batas toleransi salinitas dari *Spirulina platensis*. Batas toleransi untuk *Spirulina platensis* adalah sebesar 4 g/L sedangkan untuk variabel 1:5 adalah sebesar 6.55 g/L. Oleh karena itu untuk variabel 1:5 mendapatkan hasil yang fluktuatif. Untuk hasil pada salinitas yang lain (1:10 dan 1:15) menghasilkan nilai yang sama kecuali pada penambahan laju CO<sub>2</sub> 9% yang menunjukkan nilai yang meningkat seiring dengan menurunnya salinitas atau dengan kata lain hubungan antara salinitas dengan kadar protein adalah berbanding terbalik.

Dari grafik diatas dapat menunjukkan bahwa kadar protein yang paling banyak adalah saat kondisi CO<sub>2</sub> 17%. Sedangkan kondisi media tumbuh untuk menghasilkan kadar lipid yang paling optimum karena untuk salinitas 1:5 tidak dapat ditarik kesimpulan maka diambil kadar salinitas 1:10 dan kondisi CO<sub>2</sub> 15% yakni mencapai 0.04%.

Menurut Pierre (2011), *Spirulina platensis* yang dikultur pada salinitas rendah akan menghasilkan kadar protein yang lebih tinggi atau dengan kata lain kadar protein akan meningkat saat salinitas diturunkan.

*Spirulina platensis* adalah salah satu bahan makanan alternatif di masa depan karena mengandung protein yang tinggi yakni mencapai 50%. Pada eksperimen ini, nilai tersebut tidak bisa dicapai dikarenakan kondisi pengkulturan yang tidak pada kondisi ideal. Menurut Arthur (2005), kondisi ideal untuk pengkulturan *Spirulina platensis* adalah sebagai berikut :

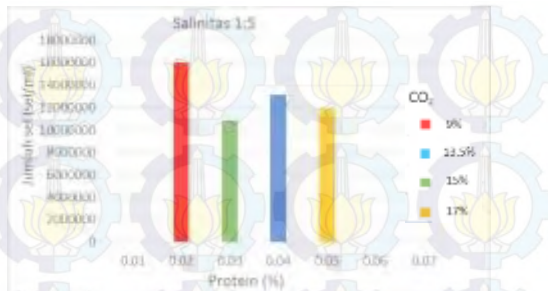
**Tabel IV.1 Kondisi Ideal Pengkulturan *Spirulina platensis***

Kondisi	Nilai	Satuan
Rentang pH (optimum)	8 - 11 (9-10)	-
Temperatur	30 - 34	°C
Salinitas optimum	0 - 1	g/L
Salinitas maksimal	< 3	g/L
Fase log	4 - 5	hari
Habitat murni	Alkaline soda lakes	-

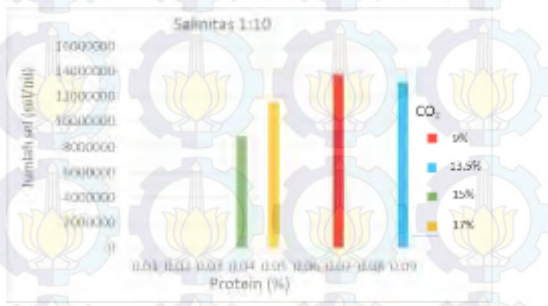
Salinitas adalah hal yang sangat berpengaruh pada metabolisme mikroalga. Salinitas yang tinggi akan cenderung menghambat pertumbuhan. Terhambatnya pertumbuhan ini dikarenakan kondisi stress yang terjadi pada sel mikroalga. Hal ini selanjutnya menyebabkan protein dalam sel mengalami augmentasi atau pembusukan. Hal ini yang menyebabkan kandungan protein akan berkurang apabila salinitas terlalu tinggi. Salinitas yang tinggi akan membuat metabolisme dari sel cenderung mengarah menuju metabolisme karbohidrat atau dengan kata lain kandungan karbohidrat dari sel akan meningkat. (Pierre dkk, 2011)

Pengkulturan dengan konsentrasi CO<sub>2</sub> yang tinggi akan cenderung menghasilkan pH larutan yang asam. pH habitat yang asam akan dapat mempengaruhi kadar protein dalam sel mikroalga. Untuk beberapa mikroalga, pH yang terlalu asam akan mampu mendegradasi protein yang ada dalam mikroalga. (Pierre dkk, 2011)

#### IV.1.4.1 Hubungan antara jumlah sel dengan Kadar Protein



Gambar IV.1.12 Hubungan Jumlah sel dengan kadar protein pada salinitas 1:5



Gambar IV.1.13 Hubungan Jumlah sel dengan kadar protein pada salinitas 1:10





**Gambar IV.1.14** Hubungan Jumlah sel dengan kadar protein pada salinitas 1:15

Berdasarkan Grafik IV.1.12, IV.1.13 dan IV.1.14, dapat dilihat hubungan antara Jumlah sel dengan protein pada mikroalga. Untuk spesies mikroalga *Spirulina platensis* menunjukkan apabila pengkulturan pada salinitas yang paling rendah menghasilkan jumlah sel yang tinggi dimana salinitas paling rendah adalah pada ratio 1:15. Dapat dilihat dari gambar IV.1.14 menunjukkan apabila jumlah sel dari mikroalga bertambah maka akan meningkatkan kadar protein dari biakan. Hal ini bisa ditarik kesimpulan apabila margin antara kultur CO<sub>2</sub> 13.5% dan 15% diasumsikan terdapat error.

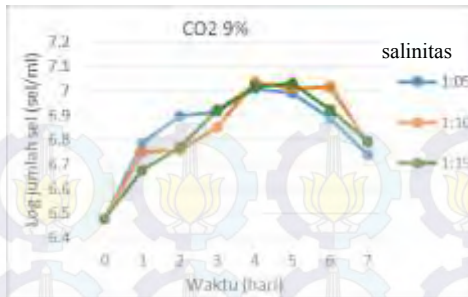
Untuk gambar IV.1.13 didapatkan hasil pada pengkulturan dengan CO<sub>2</sub> rendah yakni 9% dan 13.5% menghasilkan kadar protein paling tinggi yakni pada 0.07% dan 0.09%. Pada kadar protein paling tinggi tersebut didapatkan pula jumlah sel yang paling tinggi dan hasil ini menguatkan kesimpulan dari gambar IV.1.14. Sedangkan untuk gambar IV.1.12 menghasilkan hasil yang tidak bias ditarik kesimpulan karena hasil yang fluktuatif pada semua kondisi pengkulturan.

## **IV.2 Penelitian *Botryococcus braunii***

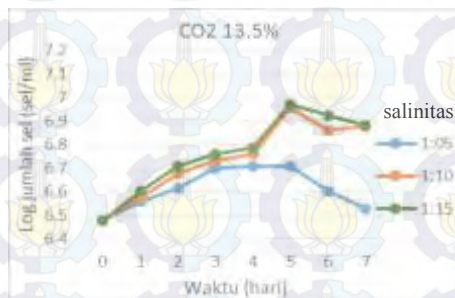
### **IV.2.1 Pengaruh Variabel CO<sub>2</sub> dan Salinitas terhadap Jumlah Sel**

Pengamatan jumlah sel dengan metode *counting chamber* untuk mikroalga spesies *Botryococcus braunii*, jika ditinjau dari 2 variabel, yaitu CO<sub>2</sub>, dan Salinitas, didapat hasil sebagai berikut :

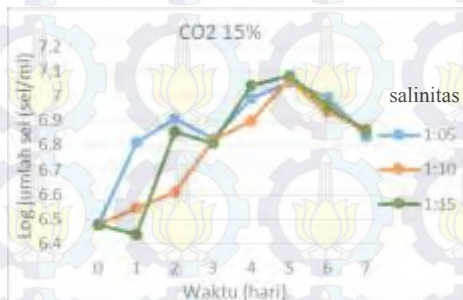




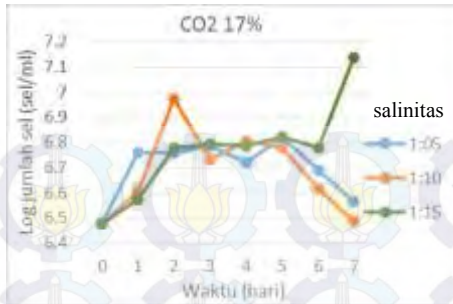
Gambar IV.2.1 Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan jumlah sel dengan CO<sub>2</sub> 9%



Gambar IV.2.2 Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan jumlah sel dengan CO<sub>2</sub> 13.5%



Gambar IV.2.3 Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan jumlah sel dengan CO<sub>2</sub> 15%



Gambar IV.2.4 Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan jumlah sel dengan CO<sub>2</sub> 17%

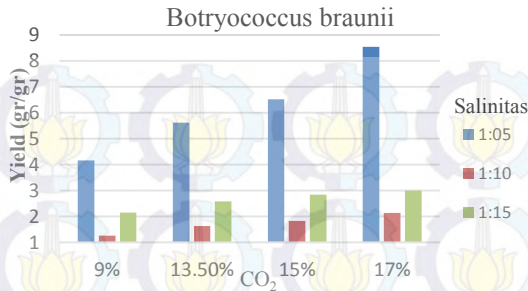
Berdasarkan grafik IV.2.1, IV.2.2 dan IV.2.3, penambahan CO<sub>2</sub> memberikan pengaruh terhadap jumlah sel namun tidak dapat ditarik kesimpulan. Hubungan antara penambahan CO<sub>2</sub> dengan peningkatan jumlah sel yaitu berbanding terbalik. Semakin besar CO<sub>2</sub> yang ditambahkan, semakin kecil jumlah sel yang didapat. Dapat disimpulkan bahwa disini CO<sub>2</sub> bersifat *inhibitor*, karena menghambat pertumbuhan dari mikroalga tersebut.

Ditinjau dari variabel kadar salinitas yang diberikan, dapat dilihat pengaruh terhadap jumlah sel adalah berbanding terbalik dengan tingkat salinitas dari media tumbuh. Atau dengan kata lain semakin tawar sebuah media tanam, akan menghasilkan jumlah sel yang semakin banyak.

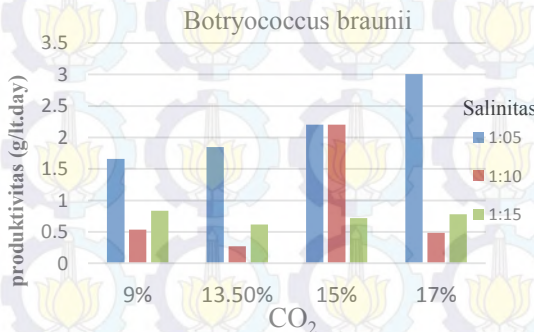
Sedangkan kondisi log jumlah sel yang paling optimum terjadi saat penambahan CO<sub>2</sub> 15% dengan variabel salinitas (1:15).

#### IV.2.2 Pengaruh Variabel CO<sub>2</sub> dan Salinitas terhadap Yield dan Produktivitas

Pengamatan Yield (gr algae akhir/gr algae awal) dan produktivitas (gr algae/lt.hari) dilakukan dengan menghitung berat kering mikroalga setelah hari ke-7. Untuk mikroalga spesies *Botryococcus braunii*, jika ditinjau dari 2 variabel, yaitu salinitas dan CO<sub>2</sub>, didapat hasil seperti pada gambar IV.2.4 dan IV.2.5.



**Gambar IV.2.5** Pengaruh CO<sub>2</sub> dan salinitas terhadap yield



**Gambar IV.2.6** Pengaruh CO<sub>2</sub> dan salinitas terhadap produktivitas

Berdasarkan grafik IV.2.4 dan IV.2.5 diatas, ditinjau dari variabel CO<sub>2</sub> yang ditambahkan, dapat dilihat bahwa hubungan antara yield dan penambahan CO<sub>2</sub> berbanding lurus. Semakin besar CO<sub>2</sub> yang ditambahkan, nilai yield dari mikroalga tersebut semakin tinggi. Hal tersebut juga terlihat pada hubungan antara produktivitas dengan penambahan CO<sub>2</sub> yang juga berbanding lurus. Semakin besar CO<sub>2</sub> yang ditambahkan, nilai produktivitas dari mikroalga tersebut juga semakin tinggi.

Berdasarkan teori, peningkatan laju injeksi CO<sub>2</sub> akan mampu meningkatkan produktivitas biomassa dan yield mikroalga hingga batas tertentu. Mikroalga memiliki batas toleransi terhadap CO<sub>2</sub>-nya masing-masing. Diatas batas toleransi yang dimiliki oleh mikroalga, maka CO<sub>2</sub>

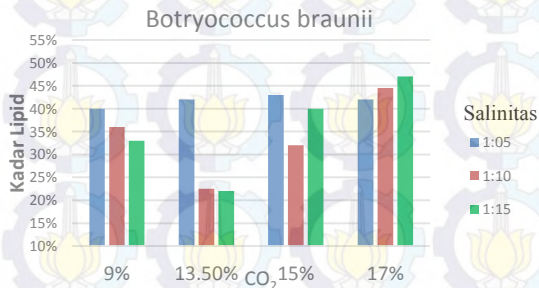


akan menjadi inhibitor terhadap pertumbuhan mikroalga. (Iracema dkk, 2015)

Salinitas akan menyebabkan efek terhadap mikroalga antara lain menyebabkan stress osmotik yang memberi efek langsung terhadap air, stress ion garam yang disebabkan oleh kehilangan atau kenaikan ion yang menyebabkan terganggunya kehidupan mikroalga, dan perubahan pada membran sel dari mikroalga. (Kirst, 1989). Dengan adanya stress terhadap mikroalga, maka laju pertumbuhan dari mikroalga akan terhambat. Terhambatnya pertumbuhan dari mikroalga yang disebabkan oleh salinitas akan menghasilkan yield dan produktivitas dari mikroalga yang tinggi. (Nitschke dkk, 2014)

#### IV.2.3 Pengaruh Variabel CO<sub>2</sub> dan Salinitas terhadap Kadar Lipid

Pengamatan kadar lipid disini digunakan metode ekstraksi dan destilasi. Ekstraksi yang dipakai adalah ekstraksi dengan menggunakan *soxhlet*. Untuk mikroalga spesies *Botryococcus braunii*, jika ditinjau dari 3 variabel, yaitu CO<sub>2</sub>, dan salinitas, didapat hasil sebagai berikut :



Gambar IV.2.7 Pengaruh CO<sub>2</sub> dan salinitas terhadap kadar lipid

Berdasarkan grafik IV.2.6, ditinjau dari variabel CO<sub>2</sub>, menunjukkan bahwa CO<sub>2</sub> dapat memberikan pengaruh terhadap kadar lipid. Hubungan antara penambahan CO<sub>2</sub> dengan peningkatan kadar lipid dari hasil eksperimen secara keseluruhan adalah berbanding lurus. Semakin besar CO<sub>2</sub> yang ditambahkan, semakin banyak pula kadar lipidnya.

Jika ditinjau dari pengaruh salinitas, menunjukkan bahwa perbedaan salinitas dapat memberikan pengaruh terhadap kadar lipid pula. Hubungan antara penambahan salinitas dengan peningkatan kadar



lipid adalah berbanding lurus. Semakin tinggi tingkat salinitas dari media tanam mikroalga, maka akan semakin tinggi pula kadar lipid yang didapat. Dengan kata lain, semakin tawar media air yang digunakan, kadar lipid yang didapat akan semakin kecil.

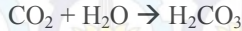
Untuk menghasilkan kadar lipid yang tinggi dibutuhkan kondisi stress pada mikroalga dan kondisi stress ini dapat diaplikasikan dengan meningkatkan laju CO<sub>2</sub> atau meningkatkan salinitas dari media tumbuh. Pada salinitas 1:5 dimana itu adalah variabel dengan salinitas paling tinggi, cukup untuk memberikan stress pada *Botryococcus braunii* sehingga menghasilkan kadar lipid yang tinggi. Dengan adanya penambahan laju CO<sub>2</sub> maka akan semakin membuat stress pada mikroalga. Tetapi *Botryococcus braunii* memiliki toleransi stress pada nilai tertentu. Pada salinitas 1:5 yang tergolong tinggi, *Botryococcus braunii* mengalami puncak stress pada laju CO<sub>2</sub> 15%. Untuk variabel salinitas yang lain (1:10 dan 1:15) pada laju CO<sub>2</sub> 9% dan 13,5%, kondisi stress untuk *Botryococcus braunii* belum tercapai. Dengan meningkatkan laju CO<sub>2</sub> maka kondisi stress akan bisa tercapai. Hal ini dapat dilihat dengan adanya peningkatan kadar lipid pada laju CO<sub>2</sub> 15% dan 17%.

Dari grafik diatas dapat menunjukkan bahwa kadar lipid yang paling banyak adalah saat kondisi CO<sub>2</sub> 17%. Sedangkan kondisi media tumbuh untuk menghasilkan kadar lipid yang paling optimum adalah pada salinitas 1:15 dan kondisi CO<sub>2</sub> 17% yakni mencapai 47%.

Berdasarkan teori, mikroalga yang dikondisikan dalam keadaan stress akan menghasilkan kadar lipid yang lebih besar seiring dengan terhambatnya pertumbuhan mikroalga tersebut. (Sharma dkk, 2012).

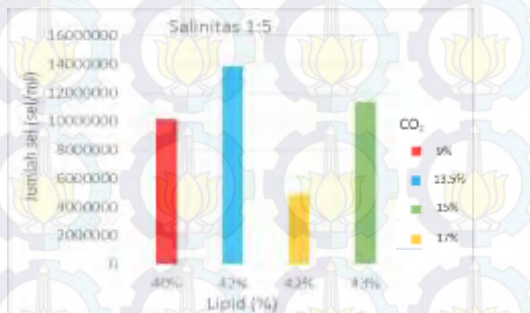
Lipid terbuat dari ikatan hidrokarbon yang tercipta dari hasil metabolisme dari mikroalga. Metode untuk meningkatkan kandungan lipid juga bermacam-macam yakni dengan menciptakan kondisi stress dari mikroalga. Salah satu kondisi stress yang dapat dibuat adalah dengan mengurangi nutrisi seperti nitrogen dalam air dan melakukan penambahan CO<sub>2</sub> pada laju yang tinggi. Dengan adanya pengurangan nutrisi maka akan menghambat laju pertumbuhan dari mikroalga. Produktivitas lipid yang tinggi akan didapat pada fase stationer dari laju pertumbuhan mikroalga. Dengan adanya pengurangan nutrisi yang akan menghambat laju pertumbuhan mikroalga, maka akan dihasilkan kandungan lipid yang tinggi. (Iracema dkk, 2015)

Penambahan  $\text{CO}_2$  pada jumlah yang besar juga mengakibatkan perubahan pH pada habitat dari mikroalga. Penambahan  $\text{CO}_2$  menyebabkan adanya reaksi sebagai berikut:

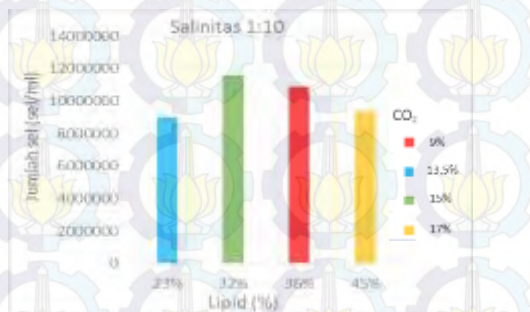


Kondisi asam ini mengakibatkan kondisi stress pada sisi pH dari habitat. Semakin asam pH dari habitat larutan alga maka akan semakin stress alga dalam pertumbuhannya dan semakin stress alga dalam pertumbuhannya maka akan semakin banyak lipid yang dihasilkan. (Mukti dkk, 2014)

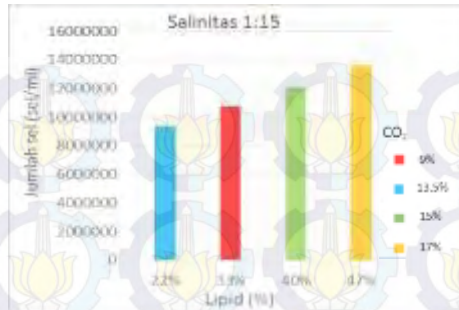
#### IV.2.3.1 Hubungan Antara Jumlah Sel dengan Kadar Lipid



Gambar IV.2.8 Hubungan antara jumlah sel dengan kadar lipid pada salinitas 1:5



Gambar IV.2.9 Hubungan antara jumlah sel dengan kadar lipid pada salinitas 1:10



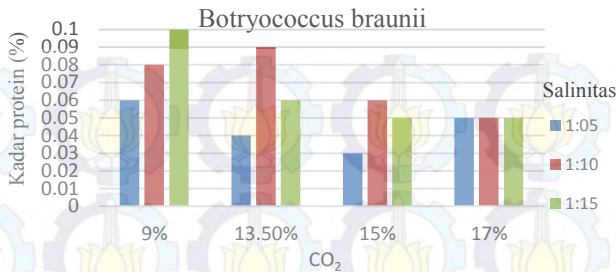
Gambar IV.2.10 Hubungan antara jumlah sel dengan kadar lipid pada salinitas 1:15

Berdasarkan Grafik IV.2.8, IV.2.9, dan IV.2.10, dapat dilihat hubungan antara jumlah sel dengan kadar lipid yang didapat. Menurut literature, semakin besar penambahan konsentrasi  $\text{CO}_2$  yang diberikan pada mikroalga, kondisi ini akan membuat pertumbuhan mikroalga menjadi stress. Dan hal tersebut membuat jumlah sel semakin menurun karena penambahan  $\text{CO}_2$  berlebih sebagai inhibitor. Pada Gambar IV.2.9 dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan konsentrasi  $\text{CO}_2$ , didapatkan jumlah sel semakin kecil dan menghasilkan kadar lipid yang semakin besar. Dengan kata lain, semakin sedikit jumlah sel pada mikroalga, kadar lipid yang dihasilkan semakin besar.

#### IV.2.4 Pengaruh Variabel $\text{CO}_2$ dan Salinitas terhadap Kadar Protein

Pengamatan kadar protein disini digunakan Analisa Kjeldahl. Hasil analisa protein ini didapat dari sampel yang diujikan pada Balai Riset dan Standarisasi Industri. Untuk mikroalga spesies *Botryococcus braunii*, jika ditinjau dari 2 variabel, yaitu  $\text{CO}_2$ , dan salinitas, didapat hasil seperti pada gambar IV.2.7





**Gambar IV.2.7** Pengaruh CO<sub>2</sub> dan salinitas terhadap kadar protein *Botryococcus braunii*

Berdasarkan gambar IV.2.7, dapat dilihat pengaruh laju CO<sub>2</sub> terhadap kadar protein dari *Botryococcus braunii*. Dari hasil eksperimen dapat dilihat bahwa dengan salinitas 1:5 tidak dapat menghasilkan kadar protein yang tinggi, sedangkan salinitas yang lebih rendah (1:10 dan 1:15) menghasilkan kadar protein yang lebih tinggi. Tetapi untuk salinitas 1:5 menunjukkan tren yang meningkat seiring dengan peningkatan laju CO<sub>2</sub> dikarenakan salinitas tersebut sesuai dengan kondisi ideal pertumbuhan dari *Botryococcus braunii*. Untuk salinitas 1:10 dan 1:15 menghasilkan tren yang menurun seiring dengan peningkatan laju CO<sub>2</sub>. Hal ini dikarenakan kondisi tersebut kurang ideal untuk pertumbuhan *Botryococcus braunii*.

Untuk variabel salinitas, hasil pada laju CO<sub>2</sub> 9% menunjukkan tren yang meningkat. Sedangkan untuk laju CO<sub>2</sub> 13.5% dan 15% menunjukkan hasil yang fluktuatif yakni mencapai puncaknya pada salinitas 1:10 dan menurun pada salinitas 1:15. Hal ini mengakibatkan tidak bisa diambil kesimpulan untuk pengaruh salinitas karena kondisi ideal pertumbuhan dari *Botryococcus braunii* belum tercapai pada variabel salinitas yang lain.

Dari grafik diatas dapat menunjukkan bahwa kadar protein yang paling banyak adalah saat kondisi CO<sub>2</sub> 9%. Sedangkan kondisi media tumbuh untuk menghasilkan kadar lipid yang paling optimum karena untuk salinitas 1:5 dan 1:10 tidak dapat ditarik kesimpulan maka diambil kadar salinitas 1:5 dan kondisi CO<sub>2</sub> 9% yakni mencapai 0.06%.

*Botryococcus braunii* adalah salah satu sumber bahan bakar alternatif dikarenakan kadar lipid yang dihasilkan cukup tinggi mencapai 75%. Pada eksperimen ini nilai tersebut belum bisa tercapai dikarenakan



kondisi ideal tidak tercapai. Menurut Kutzing (1849), kondisi ideal untuk pengkulturan *Botryococcus braunii* adalah sebagai berikut:

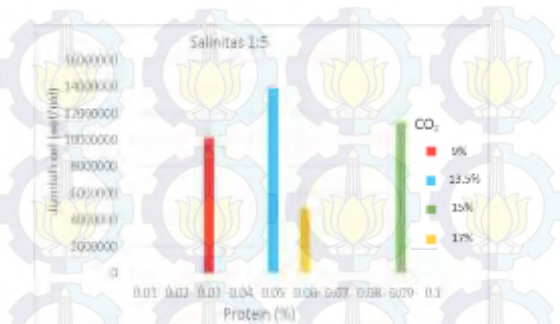
Tabel IV.2 Kondisi Ideal Pengkulturan *Botryococcus braunii*

Kondisi	Nilai	Satuan
Rentang pH (optimum)	5 -7 (5.44 – 6.65)	-
Temperatur (optimum)	20 – 35 (23)	°C
Salinitas optimum	5 – 9	g/L
Salinitas maksimal	< 10	g/L
Fase log	4 – 5	hari
Habitat murni	Eutropic	-

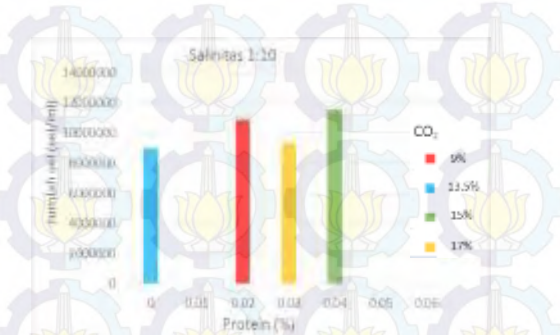
Salinitas adalah hal yang sangat berpengaruh pada metabolisme mikroalga. Salinitas yang tinggi akan cenderung menghambat pertumbuhan. Terhambatnya pertumbuhan ini dikarenakan kondisi stress yang terjadi pada sel mikroalga. Hal ini selanjutnya menyebabkan protein dalam sel mengalami augmentasi atau pembusukan. Hal ini yang menyebabkan kandungan protein akan berkurang apabila salinitas terlalu tinggi. Salinitas yang tinggi akan membuat metabolisme dari sel cenderung mengarah menuju metabolisme karbohidrat atau dengan kata lain kandungan karbohidrat dari sel akan meningkat. (Pierre dkk, 2011)

Pengkulturan dengan konsentrasi CO<sub>2</sub> yang tinggi akan cenderung menghasilkan pH larutan yang asam. pH habitat yang asam akan dapat mempengaruhi kadar protein dalam sel mikroalga. Untuk beberapa mikroalga, pH yang terlalu asam akan mampu mendegradasi protein yang ada dalam mikroalga. (Pierre dkk, 2011)

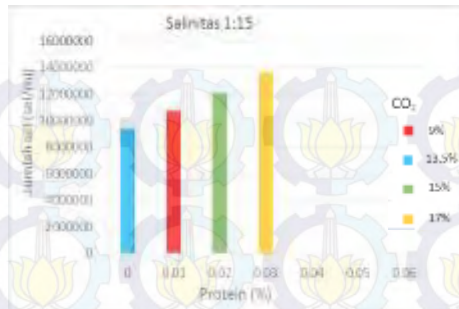
IV.2.4.1 Hubungan Antar Jumlah Sel dengan Kadar protein



Gambar IV.2.12 Hubungan Jumlah sel dengan kadar protein pada salinitas 1:5



Gambar IV.2.13 Hubungan Jumlah sel dengan kadar protein pada salinitas 1:10



**Gambar IV.2.14** Hubungan Jumlah sel dengan kadar protein pada salinitas 1:15

Berdasarkan Grafik IV.2.12, IV.2.13 dan IV.2.14, dapat dilihat hubungan antara Jumlah sel dengan protein pada mikroalga. Untuk spesies mikroalga *Spirulina platensis* menunjukkan apabila pengkulturan pada salinitas yang paling rendah menghasilkan jumlah sel yang tinggi dimana salinitas paling rendah adalah pada ratio 1:15. Dari gambar IV.2.14 dapat dilihat bahwa *Botryococcus braunii* memiliki ketahanan terhadap CO<sub>2</sub> yang lebih kuat. Kadar protein pada laju ketahanan CO<sub>2</sub> paling tinggi yakni 17% mencapai nilai 0.03%.

Untuk salinitas 1:5 didapat hasil yang fluktuatif pada jumlah selnya yakni meningkat dari laju CO<sub>2</sub> 9% hingga 13.5% dan menurun dari 13.5% hingga 17%. Dari keseluruhan gambar dapat ditarik kesimpulan bahwa spesies mikroalga *Botryococcus braunii* memiliki ketahanan terhadap CO<sub>2</sub> yang tinggi.

## BAB V

### KESIMPULAN

#### V.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* memiliki nilai yield paling besar pada kondisi salinitas 1:5 dan laju CO<sub>2</sub> 17%. Semakin besar laju penambahan CO<sub>2</sub> dan salinitas dari media tanam alga, akan menghasilkan yield semakin besar pula.
2. *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* memiliki nilai produktivitas paling besar pada kondisi salinitas 1:5 dan laju CO<sub>2</sub> 17%. Semakin besar laju penambahan CO<sub>2</sub> dan salinitas dari media tanam alga, akan menghasilkan produktivitas semakin besar pula.
3. *Spirulina platensis* memiliki laju pertumbuhan paling baik adalah pada laju CO<sub>2</sub> 13.5% dan salinitas 1:15. Sedangkan *Botryococcus braunii* memiliki laju pertumbuhan paling baik adalah pada laju CO<sub>2</sub> 15% dan salinitas 1:15. Menunjukkan untuk kedua jenis alga akan menghasilkan laju pertumbuhan paling baik pada kondisi air yang semakin tawar, sedangkan untuk laju CO<sub>2</sub> tidak bisa ditarik kesimpulan karena ketahanan tiap spesies alga terhadap CO<sub>2</sub> adalah berbeda-beda.
4. *Spirulina platensis* memiliki kadar lipid paling besar pada penambahan laju CO<sub>2</sub> sebesar 17% dan salinitas 1:10 yakni. Sedangkan *Botryococcus braunii* memiliki kadar lipid paling besar pada penambahan laju CO<sub>2</sub> sebesar 17% dan salinitas 1:15. Menunjukkan kadar lipid yang besar akan didapat pada kondisi stress dari tiap spesies alga dan kondisi stress tiap alga didapat pada kondisi yang berbeda-beda.
5. *Spirulina platensis* memiliki kadar protein paling besar pada penambahan laju CO<sub>2</sub> sebesar 15% dan salinitas 1:10. Sedangkan *Botryococcus braunii* memiliki kadar protein paling besar pada penambahan laju CO<sub>2</sub> sebesar 9% dan salinitas 1:5. Ini menunjukkan untuk mendapatkan kadar protein yang tinggi maka alga harus dikultur pada kondisi ideal sesuai spesies tiap-tiap alga.



## V.2 SARAN

1. Untuk didapatkan kadar Lipid yang tinggi pada mikroalga tertentu, bisa diperoleh dengan memperbesar laju CO<sub>2</sub> dan meningkatkan salinitas.
2. Untuk mendapatkan kandungan protein yang tinggi pada mikroalga tertentu, bisa diperoleh dengan mengkondisikan media yang paling ideal sesuai jenis mikroalga dan menambah nitrogen.
3. Mikroalgae *Spirulina plaensis* kurang ideal jika digunakan sebagai pakan utama ikan. Lebih cocok jika digunakan sebagai tambahan pakan ikan.
4. *Botryococcus braunii* lebih bagus jika digunakan sebagai bahan baku biodiesel, karena kandungan lipidnya yang tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Affendi, Mahmud. 2012. "*Pakan Alami Spirulina*.". Temanggung: Penyuluhan Perikanan Parakan.
- Andersen, Robert Arthur. 2005. "*Algae Culturing Techniques*" Elsevier: Phycological society of America
- Borowitzka, M.A. 1994. "*Products from Algae*". Kuala Lumpur: 1st Asia-Pacific Conference on Algae Biotechnology.
- Christi Y. 2007. "*Biodiesel from microalgae*." Biotechnology Advances. 25(3): 294-306.
- Costa, J.A.V., Colla, L.M., and P.D.Filho. 2003. "*Spirulina Plantensis growth in open raceway ponds using fresh water supplemented with carbon, Nitrogen, and Metal ions*." Z Naturforsch C., 58(1):76-80.
- Faucher, O., B.Coupal, and A. Leduy. 1979. "*Utilization of seawater-urea as a culture medium for Spirulina Maxima*". J. Microbiol. 25: 752-759.
- Gabbay, A.R., O.E. Tel, P.M Gresshoff. 1993. "*Mechanisms of salt tolerance in cyanobacteria. Plant sources to the Environment*." Current Topics in Plant Molecular Biology, 123-132.
- Isnansetyo Alim dan Kurniastuty. 1995. "*Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton*." Yogyakarta: Kanisius.
- Kabede, E and Ahlgren, G. 1996. "*Optimum growth conditions and light utilization efficiency of Spirulina plantesis (Arthrospira fusiformis) from Lake Chitu, Ethiopia*." Hydrobiol., 332 : 99-109.
- Kordi, K.M.G.H. 2009. "*Sukses Memproduksi Bandeng Super untuk Umpan, Ekspor, dan Indukan*." Yogyakarta: Lily Publisher.
- Kutzing, F.T. 1849. "*Species Algarum, pp.(i)-vi, (1)-922*". Leipzig: F.A. Brockhaus
- Mudjiman, A. 2004. "*Makanan ikan*." Jakarta: Penebar Swadaya.
- Ravelonando, H.Pierre. 2011. "*Improvement of the growth of Arthrospira (Spirulina) platensis from Toliara (Madagascar): effect of agitation, salinity and CO<sub>2</sub> addition*". France: ELSEVIER, Food and bioproduct processing 89: 209-216

- Reinehr CO, Costa JAV. 2006."repeated batch cultivation of the microalgae *Spirulina platensis*." Journal of Microbiology and Biotechnology. 22: 937-943.
- Sharma, R.M and P.A. Azzeez. 1988. "Accumulation of Copper and Cobalt by Blue Green Algae" "Accumulation of Copper and Cobalt by Blue Green Algae at Different Temperature." Inter. J. Environ. Anal. Chem., 32:87-95.
- Tietze HW. 2004."Spirulina Micro Food Macro Blessing 4<sup>th</sup>". Australia: Harald W. Tietze Publishing.

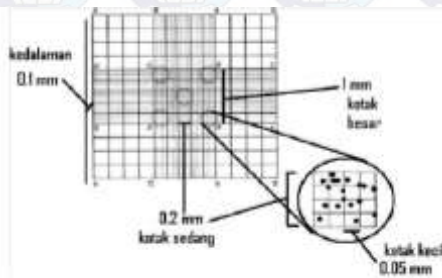
## APPENDIKS A

### HASIL PERHITUNGAN DAN ANALISA

#### A.1 Analisa Jumlah Sel

Perhitungan jumlah sel dihitung dengan menggunakan metode Counting chamber. Menghitung Jumlah sel dengan mikroskop menggunakan alat hemasitometer setiap hari (24 jam) selama 7 hari. Setiap variable diambil sampel 1 ml dan pengambilan data jumlah sel pada hemasitometer di ambil 5 titik (A, B, C, D, E). Titik-titik tersebut ditentukan secara acak dengan memilih titik yang memiliki jumlah sel terbanyak. Dan setiap pengambilan data dilakukan pengulangan sebanyak 3x agar hasil yang didapat lebih teliti.

Contoh perhitungan yang didapat untuk mikroalga *Spirulina platensis* pada variabel salinitas 1:5 dengan penambahan CO<sub>2</sub> 9% sebagai berikut :



Gambar B.1. Hemasitometer

Tabel B.1. Hasil analisa jumlah sel *Spirulina platensis* variable CO<sub>2</sub> 9% dan salinitas 1:5 pada run ke-1

Hari ke-	Jumlah sel						
	A	B	C	D	E	Total	Rata-rata
1	40	33	19	49	55	196	39.2
2	73	60	44	35	53	265	53
3	45	68	43	56	30	242	48.4
4	51	64	39	78	45	277	55.4
5	54	45	65	74	19	257	51.4
6	56	82	63	44	78	323	64.6
7	49	86	39	79	68	321	64.2



Tabel B.2. Hasil analisa jumlah sel *Spirulina platensis* variable CO<sub>2</sub> 9% dan salinitas 1:5 pada run ke-2

	Jumlah sel						
Hari ke-	A	B	C	D	E	Total	Rata-rata
1	39	59	43	29	60	230	46
2	61	36	55	39	49	240	48
3	52	76	60	42	59	289	57.8
4	59	25	66	49	73	272	54.4
5	38	71	64	43	55	271	54.2
6	67	45	38	57	68	275	55
7	38	76	48	80	63	305	61

Tabel B.3. Hasil analisa jumlah sel *Spirulina platensis* variable CO<sub>2</sub> 9% dan salinitas 1:5 pada run ke-3

	Jumlah sel						
Hari ke-	A	B	C	D	E	Total	Rata-rata
1	45	55	49	28	37	214	42.8
2	55	49	41	65	57	267	53.4
3	44	59	65	51	32	251	50.2
4	48	74	39	21	56	238	47.6
5	44	52	74	68	59	297	59.4
6	48	79	66	58	28	279	55.8
7	59	83	47	58	87	334	66.8

Tabel B.4. Hasil analisa rata-rata jumlah sel per hari

Hari ke-	Run ke-1	Run ke-2	Run ke-3	Rata-rata
1	39.2	46	42.8	42,67
2	53	48	53.4	51,5
3	48.4	57.8	50.2	52
4	55.4	54.4	47.6	52,5
5	51.4	54.2	59.4	55
6	64.6	55	55.8	58,5
7	64.2	61	66.8	64

Perhitungan Jumlah sel :

Untuk Hari ke-1

$$\begin{aligned}\text{Jumlah sel mikroalga} &= \text{jumlah sel rata-rata} \times \frac{25 \text{ kotak}}{1 \text{ mm}^2 \times 0,1 \text{ mm}} \\ &= 42,67 \text{ sel/kotak} \times \frac{25 \text{ kotak}}{1 \text{ mm}^2 \times 0,1 \text{ mm}} \\ &= 10667,5 \text{ sel/mm}^3 \\ \text{Jumlah sel mikroalga faktor pengenceran} &= \text{Jumlah sel mikroalga} \times 1 \text{ mm}^3 / 10^{-3} \text{ ml} \times \\ &= 10667,5 \times 1 \text{ mm}^3 / 10^{-3} \text{ ml} \\ &= 10.667.500 \text{ ml/sel} \\ \text{Log Jumlah sel mikroalga} &= \log (\text{Jumlah sel mikroalga} ) \\ &= \text{Log} (10.667.500) \\ &= 7.028\end{aligned}$$

Dari table diatas didapat hasil akhir jumlah sel setiap 24 jam pada setiap variabel. Perhitungan yang sama dilakukan untuk *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* variable yang lain.

## A.2 Analisa Lipid

Contoh perhitungan analisa Lipid menggunakan metode ekstraksi dan destilasi. Ekstraksi yang dipakai adalah ekstraksi dengan menggunakan *soxhlet*.

- Contoh perhitungan untu sample mikroalga dengan variable salinitas 1:5 dan penambahan CO<sub>2</sub> 15%
- Sample setelah 7 hari diambil sebanyak 250 ml disaring didapat berat kerint (padatan) mikroalga = 3.242 gr
- Hasil setelah di ekstrak kemudian di destilasi, distilat = 1.28 gr
- % Lipid = gram distilat / gr mikroalga  
= 1.28 gr / 3.242 gr  
= 39.45 %

## A.3 Analisa Yield

Perhitungan yield dilakukan dengan menghitung berat kering mikroalgae setelah hari ke-7.

Berat kering didapat dengan memanaskan alga sebanyak 10 ml pada hari ke-0 dan hari ke 7 hingga menguap dan didapat berat kering dari alga tersebut.

Contoh untuk perhitungan *Spirulina platensis* dengan variable CO2 9% dan salinitas 1:5,

Didapat : Berat awal (hari ke-0) = 0,0992 gram  
 Berat akhir (Hari ke-7) = 0,6869 gram  
 Yield = berat kering alga akhir / berat kering alga awal  
 = 0,6869 gram / 0,0992 gram  
 = 6,925 gr algae akhir/gr algae awal

Untuk variable yang lain, dilakukan dengan cara perhitungan yang sama dengan diatas.

#### A.4 Analisa Produktivitas

Perhitungan yield dilakukan dengan menghitung berat kering mikroalga setelah hari ke-7.

Berat kering didapat dengan memanaskan alga sebanyak 30 ml pada hari ke-0 dan hari ke 7 hingga menguap dan didapat berat kering dari alga tersebut.

Contoh untuk perhitungan *Spirulina platensis* dengan variable CO2 9% dan salinitas 1:5,

Didapat : Berat awal (hari ke-0) = 0,0992 gram  
 Berat akhir (Hari ke-7) = 0,6869 gram  
 Produktivitas = 
$$\frac{1}{30 \text{ ml}} \times \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ lt}} \times \frac{(\text{berat kering alga hari ke-7} / \text{berat kering alga hari ke-0}) \text{ gram}}{7 \text{ hari}} \times$$
  

$$= \frac{(0,6869 \text{ gram} / 0,0992 \text{ gram})}{7} \times \frac{1000}{30}$$
  
 = 2,798 gr algae /lt.hari

Untuk variabel yang lain, dilakukan dengan cara perhitungan yang sama dengan diatas.

## APPENDIKS B HASIL ANALISA

**Tabel B.1 Hasil Analisa Protein variable CO<sub>2</sub> 9%**

No	No Analisa	Kode	Satuan	Hasil Analisa
1	P. 1205	Botryococcus 1 : 5	%	0,06
2	P. 1206	Botryococcus 1 : 10	%	0,08
3	P. 1207	Botryococcus 1 : 15	%	0,1
4	P. 1208	Spirulina 1:5	%	0,01
5	P. 1209	Spirulina 1:10	%	0,01
6	P. 1210	Spirulina 1:15	%	0,03

(Sumber: Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya)

**Tabel B.2 Hasil Analisa Protein variable CO<sub>2</sub> 13.5%**

No	No Analisa	Kode	Satuan	Hasil Analisa
1	P. 0820	Botryococcus 1 : 5	%	0,04
2	P. 0821	Botryococcus 1 : 10	%	0,09
3	P. 0822	Botryococcus 1 : 15	%	0,06
4	P. 0823	Spirulina 1:5	%	0,06
5	P. 0824	Spirulina 1:10	%	0,00
6	P. 0825	Spirulina 1:15	%	0,00

(Sumber: Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya)

**Tabel B.3 Hasil Analisa Protein variable CO<sub>2</sub> 15%**

No	No Analisa	Kode	Satuan	Hasil Analisa
1	P. 1597	Botryococcus 1 : 5	%	0,03
2	P. 1598	Botryococcus 1 : 10	%	0,06
3	P. 1600	Botryococcus 1 : 15	%	0,05
4	P. 1601	Spirulina 1:5	%	0,03
5	P. 1602	Spirulina 1:10	%	0,04
6	P. 1603	Spirulina 1:15	%	0,04

(Sumber: Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya)



**Tabel B.4 Hasil Analisa Protein variable CO<sub>2</sub> 17%**

No	No Analisa	Kode	Satuan	Hasil Analisa
1	P. 1009	Botryococcus 1 : 5	%	0,05
2	P. 1010	Botryococcus 1 : 10	%	0,05
3	P. 1011	Botryococcus 1 : 15	%	0,05
4	P. 1012	Spirulina 1:5	%	0,06
5	P. 1013	Spirulina 1:10	%	0,03
6	P. 1014	Spirulina 1:15	%	0,03

(Sumber: Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya)

**Tabel B.5 Hasil Analisa Air tawar**

No	Parameter	Unit	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	PH	-	7,42	PH metri
2	P.alkalinity (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	0,00	Titrimetri
3	M. Alkalinity (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	28	Titrimetri
4	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	205	Titrimetri
5	Calcium (Ca)	mg/l	56	Titrimetri
6	Magnesium (Mg)	mg/l	19	Titrimetri
7	Suspenden solid (TTS)	mg/l	6	Gravimetri
8	Dissolved Solid (TDS)	mg/l	330	Gravimetri
9	Total Solid (TS)	mg/l	336	Gravimetri
10	Natrium (Na)	mg/l	14	Flamephotometri
11	Silikat (SiO <sub>2</sub> )	mg/l	0,21	Spektrophotometri
12	Besi (Fe)	mg/l	<0,04	AAS
13	Tembaga (Cu)	mg/l	<0,03	AAS
14	Cadmium (Cd)	mg/l	<0,001	AAS
15	Crum (Cr)	mg/l	<0,001	AAS
16	Mangan (Mn)	mg/l	<0,02	AAS
17	Nikel (Ni)	mg/l	<0,01	AAS
18	Timah hitam (Pb)	mg/l	<0,001	AAS
19	Seng (Zn)	mg/l	<0,002	AAS
20	Khloroida (Cl)	mg/l	24	Argentometri
21	Sulfate (SO <sub>4</sub> )	mg/l	38	Spektrophotometri
22	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,28	Spektrophotometri

23	Nitrit (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	<0,02	Spektrophotometri
24	Ammonia (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,12	Spektrophotometri
25	Phospat (PO <sub>4</sub> )	mg/l	0,00	Spektrophotometri
26	Phenol	mg/l	0,00	Spektrophotometri
27	COD	mg/l	6	Reflux
28	Konduktivty	μmhos/cm	550	Konduktimetri

(Sumber: Laboratorium Teknologi Air Industri, Teknik Kimia FTI-ITS)

**Tabel B.6 Hasil Analisa Air Laut**

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	Klhoride	Ppm	52500	Argentometri
2	COD	Ppm	58	Reflux
3	Fe	Ppm	0,48	AAS
4	Cu	Ppm	0,09	AAS
5	Cr	Ppm	<0,004	AAS
6	Cd	Ppm	0,08	AAS
7	Pb	Ppm	0,12	AAS
8	Ni	Ppm	<0,02	AAS
9	Zn	ppm	<0,01	AAS

(Sumber: Laboratorium Teknologi Air Industri, Teknik Kimia FTI-ITS)

## APPENDIKS C

### DOKUMENTASI PERCOBAAN



Gambar B.1 Rangkaian Alat Percobaan



Gambar B.2 Pengkulturan  
Mikroalga *Botryococcus braunii*



Gambar B.3 Pengkulturan  
Mikroalga *Spirulina platensis*

## **BIODATA PENULIS**



### **Muhammad Faris**

Penulis dilahirkan di Surabaya, 18 Januari 1994, merupakan anak ketiga dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu MINU Ngingas Waru Sidoarjo, SMP Al Hikmah Surabaya, SMAN 2 Surabaya, S1 Teknik Kimia FTI-ITS. Selama kuliah di Teknik Kimia, penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PT. Kaltim Methanol Industry, Bontang – Kalimantan Timur.

Email : faris2218@gmail.com



## **BIODATA PENULIS**



### **R Farah Mascha**

Penulis dilahirkan di Bangkalan, 4 April 1994, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu SDN Kamal 1, SMP Negeri 1 Kamal, SMA Negeri 2 Bangkalan, S1 Teknik Kimia FTI-ITS.

Selama kuliah di Teknik Kimia, penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PT. Pupuk Kaltim, Bontang – Kalimantan Timur.

Email : farahmascha@gmail.com